KELAS XI SEMESTER 1

PENDAHULUAN

1.1. DESKRIPSI

Buku ini membahas tentang Dasar-Dasar dari Gambar Fabrikasi meliputi Konstruksi Geometri serta jenis dan teknik-teknik Gambar Bukaan, Pada semester 1 akan dibahasa mengenai Gambar Bukaan/Bentangan Benda Silinder dan Persegi Panjang serta Geometri Benda Kerucut/konis. Gambar bukaan sering disebut juga dengan gambar bentangan. Gambar tersebut menggambarkan secara datar atau dalam satu bidang saja suatu permukaan benda yang biasanya mempunyai beberapa bidang. Benda geometris silinder adalah benda-benda yang mempunyai bentuk geometris dasar silindris, seperti: silinder, pipa silindris. Bentuk silindris dapat juga dipandang sebagai prisma segi banyak. Benda persegi adalah benda-benda yang mempunyai bentuk dasar persegi, seperti : balok, kubus, prisma segi tiga, prisma segi bayak. Benda geometris kerucut adalah benda-benda yang mempunyai bentuk geometris dasar kerucut atau konis, termasuk pada kelompok ini adalah benda yang berbentuk piramid.

Setelah belajar dengan modul ini, maka siswa dapat melukis, membuat bukaan pola, membuat mal atau pola yang memenuhi syarat, interpretasi pekerjaan standar dan simbol yang sesuai, dan memperkirakan jumlah material yang dibutuhkan sesuai dengan gambar.

1.2. PRASYARAT

Dalam mempelajari modul ini, siswa harus mempunyai pengetahuan atau kemampuan awal yang berupa :

1. Pengetahuan tentang gambar proyeksi ortogonal dan gambar bentuk atau gambar piktorial.
2. Pengetahuan tentang Simbol gambar, simbol pengerjaan, penunjukkan ukuran atau dimensi.
3. Kemampuan menggunakan alat-alat gambar, seperti pensil, penggaris, sepasang penggaris segi tiga, busur derajat, mal lengkung, dan jangka dengan benar.
4. Kemampuan menggunakan alat-alat potong, seperti gunting kertas, gunting plat dengan teliti dan benar.
5. Pengetahuan tentang sifat dan melukis bentuk geometris seperti : persegi, silinder, lingkaran, elip dan sebagainya.
6. Menentukan keliling atau luas bentuk persegi panjang, silinder, lingkaran, dan elip.
7. Kemauan bekerja secara teliti dan benar.

1.3. TUJUAN AKHIR

Setelah siswa belajar melalui buku ini, siswa dapat melukis dan membuat gambar bentangan atau mal lanjut benda-benda yang banyak digunakan di industri , yang mempunyai bentuk dasar silinder Persegi Panjang, Benda Kerucut/konis serta Benda Transisi dengan benar, bila mal dikonstruksi akan membentuk benda yang diinginkan, dengan penyimpangan ukuran sedikit mungkin. Bahan dibuat dari kertas atau plat tipis.

SILABUS MATA PELAJARAN

Satuan Pendidikan : SMK
Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Fabrikasi Logam
Mata Pelajaran : Gambar Teknik Fabrikasi Logam
Kelas /Semester : XI/1
Alokasi Waktu : 108 Jam Pelajaran

Kompetensi Inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam
berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami,menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam gambar bentangan pada teknik gambar Fabrikasi Logam .					

1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam pembuatan gambar bentangan pada teknik gambar Fabrikasi Logam .					
2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam menerapkan aturan gambar bentangan pada teknik gambar Fabrikasi Logam					
2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dan cara melakukan gambar bentangan pada teknik gambar Fabrikasi Logam .					
2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan tugas menggambar bentangan pada teknik gambar					

Fabrikasi Logam .					
3.1 Memahami aturan-aturan dan cara-cara pemberian ukuran dan simbol pengerjaan gambar teknik fabrikasi logam 4.1. Menerapkan aturan-aturan dan cara-cara pemberian ukuran dan simbol pengerjaan gambar teknik fabrikasi logam	• Pengenalan tanda dan letak cara-cara pemberian ukuran dan simbol pengerjaan gambar Fabrikasi Logam • Menggambar bentuk-bentuk gambar konstruksi Fabrikasi Logam	Mengamati : • Mengamati tanda dan letak ukuran dan simbol pengerjaan gambar bentangan dan konstruksi Fabrikasi Logam Menanya : • Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang tanda dan letak ukuran dan simbol pengerjaan gambar bentangan dan konstruksi Fabrikasi Fabrikasi Logam Mengeksplorasi : • Mengkaji dari berbagai sumber untuk menjawab pertanyaan yang berkaitan tentang symbol dan ukuran pada gambar bentangan dan konstruksi Fabrikasi logam.	Tugas: • Hasil pekerjaan penempatan tanda dan letak ukuran dan symbol pada gambar bentangan dan konstruksi fabrikasi logam Observasi : • Proses pelaksanaan tugas penempatan tanda dan letak ukuran dan symbol Portofolio : • Hasil gambar konstruksi fabrikasi logam Tes: • Tes lisan/ tertulis terkait dengan penempatan tanda dan letak ukuran dan symbol gambar konstruksi fabrikasi logam	40 jam pelajaran	• Saito, G. Takeshi dan N. Sugiarto H. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO.* Jakarta: PT Pradnya Paramita. • Hantoro, Sirod dan Parjono. 2005. *Menggambar Mesin*. Jakarta: Adicita. • Teknik Pembentukan . Dit. PSMK Depdiknas tahun 2007 • Buku Gambar Teknik Kelas X • Buku referensi dan artikel yang sesuai

		Mengasosiasi : • Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang ukuran dan simbol pengerjaan gambar bentangan dan konstruksi Fabrikasi Fabrikasi Logam Mengkomunikasikan : • Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang tanda dan letak ukuran dan simbol pengerjaan gambar bentangan dan konstruksi Fabrikasi Fabrikasi Logam pada gambar kerja			
3.2 Menerapkan gambar bentangan metode parallel 3.2.1. Menerapkan bentuk geometri benda dan jenis metoda gambar bentangan	Membuat bentuk/pola bentangan dengan menggunakan prinsip-prinsip pembentanga	Mengamati : • Mengamati jenis gambar bentangan Menanya : • Mengkondisikan	Tugas: • Hasil pekerjaan gambar bentangan metode paralel Observasi :	40 jam pelajaran	• Tables for the electric trade (GTZ) GmbH,Eschborn Federal Republic of Germany • Buku Gambar Teknik Kelas X

3.2.2. Memahami cara menggambar bentangan metoda paralel 4.2. Menggambar bentangan metoda paralel	n dengan garis paralel/sejajar : • Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda silinder/persegi panjang • Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda kerucut/konis • Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda transisi	situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang jenis gambar bentangan Mengeksplorasi : • Mengkaji dari berbagai sumber untuk menjawab pertanyaan yang berkaitan tentang symbol dan ukuran pada gambar bentangan. Mengasosiasi : • Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang jenis gambar bentangan Mengkomunikasikan : • Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang jenis gambar bentangan	• Proses pelaksanaan tugas gambar bentangan metode paralel Portofolio : • Hasil gambar bentangan metode paralel Tes: • Tes lisan/ tertulis terkait dengan gambar bentangan metode paralel		• Buku referensi dan artikel yang sesuai

<table>
<tr>
<td>3.3. Menerapkan cara Menggambar bentangan metoda radial</td>
<td rowspan="2">Membuat pola bentangan dengan menggunakan prinsip bentangan dengan garis radial :
• Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda silinder/persegi panjang
• Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda kerucut/konis
• Bentuk bukaan/ bentangan geometri lanjut benda transisi</td>
<td rowspan="2">Mengamati :
• Mengamati jenis gambar bentangan
Menanya :
• Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang jenis gambar bentangan metode radial
Mengeksplorasi :
• Mengkaji dari berbagai sumber untuk menjawab pertanyaan yang berkaitan tentang symbol dan ukuran pada gambar bentangan. metode radial
Mengasosiasi :
• Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang jenis gambar</td>
<td rowspan="2">Tugas:
• Hasil pekerjaan gambar bentangan metode paralel
Observasi :
• Proses pelaksanaan tugas gambar bentangan metode radial
Portofolio :
• Hasil gambar bentangan metode radial
Tes:
• Tes lisan/ tertulis terkait dengan gambar bentangan metode radial</td>
<td rowspan="2">40 jam pelajaran</td>
<td rowspan="2">• Tables for the electric trade (GTZ) GmbH,Eschborn Federal Republic of Germany
• Buku Gambar Teknik Kelas X
• Buku referensi dan artikel yang sesuai</td>
</tr>
<tr>
<td>4.3. Menggambar bentangan metoda radial</td>
</tr>
</table>

		bentangan metode radial Mengkomunikasikan : • Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang jenis gambar bentangan metode radial			

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

DASAR-DASAR GAMBAR FABRIKASI

2.1. Perkembangan Kebutuhan Gambar Bentangan

Sejarah menerangkan bahwa pada zaman Mesir Kuno telah ditemukan berbagai penemuan teknologi kuno diantaranya adalah pembuatan baju besi maupun topi baja. Proses pembuat-an baju-baju besi untuk kelengkapan tentara, ini mengguna-kan patron (mal) atau cetakan. Ditinjau dari dimensi benda yang dikerjakan ini membutuhkan suatu pengetahuan menggambar bukaan dari profil-profil yang dikerjakan. Jadi dapat diketahui sebenarnya teknik menggambar bukaan ini telah dilahirkan orang semenjak zaman penemuan besi sekitar tahun 2000 SM, yakni dalam hal pembuatan kelengkapan peralatan tentara. Dewasa ini perkembangan teknik menggambar bentangan ini mengalami kemajuan yang pesat, terutama dalam teknik menggambar badan (*body*) kendaraan seperti mobil kereta api bahkan pesawat udara dan kapal. Disamping itu unsur kebutuhan tutup (cup) peralatan permesinan juga sangat dibutuhkan. Pembuatan-pembuatan *file cabinet* atau peralatan kantor bahkan pembuatan brankas juga tak luput dari proses menggambar bentangan. Teknik menggambar bentangan ini dapat dilakukan dengan berbagai cara,

dari cara yang sederhana yang menggunakan peralatan manual serta menggunakan komputer yang paling canggih. Seluruh proses penggambaran bentangan ini didasari pengetahuan teknik menggambar bukaan, baik secara grafis maupun secara matematis.

2.1.1. Penggunaan Gambar Bentangan Di Industri

Perancang suatu produk permesinan merupakan awal dari disain yang akan dikerjakan, Sketsa hasil rancangan ini masih belum menunjukkan gambar yang tepat. Setelah melakukan beberapa pertimbangan akhirnya gambar sketsa ini dilanjutkan dalam penggambaran desain secara utuh menurut standar gambar di industri.

Dalam bengkel-bengkel kerja pelat atau pada pekerjaan yang terbuat dari pelat sering sekali memerlukan gambar-gambar bukaan. Dalam konstruksi biasanya digunakan gambar proyeksi ortogonal yang dilengkapi dengan ukuran-ukuran yang diperlukan. Sebelum juru gambar memutuskan cara untuk mempermudah pembacaan, terlebih dahulu ia harus bisa membayangkan bentuk benda yang akan direncanakan.

Gambar bentangan atau bukaan biasanya diperlukan dalam bengkel-bengkel kerja pelat atau pada pabrik-pabrik yang memproduksi suatu alat yang bahannya terbuat dari pelat. Maksud dari gambar bentangan atau bukaan ia!ah untuk mempermudah pamotongan bahan atau mempermudah mengetahui banyaknya bahan yang diperlukan. Untuk penglihatan ujung-ujungnya dapat dilakukan dengan dipatri, dikeling, ataupun dilas. Cara penyambungan tersebut tergantung dari macam bahan ataupun tebal-tipisnya bahan.

Dari hasil gambar teknik yang dikerjakan dalam bentuk gambar-gambar detail ini selanjutnya diberikan kepada para operator untuk mengerjakan. Tetapi seluruh desain gambar yang terbuat dari komponen pelat yang dibutuhkan gambar tambahan yakni gambar bentangan, sebab untuk pemotongan awal dari bahan yang dikerjakan harus sesuai dengan bentangan yang dibutuhkan. Apalagi untuk pembuatan komponen yang berjumlah besar, hal ini dibutuhkan gambar bentangan yang cermat dan teliti. Apabila pemotongan bentangan ini tidak sesuai dengan kebutuhan bahan yang diinginkan akan menimbulkan kerugian pemakaian bahan. Pengetahuan gambar bentangan memang dewasa ini sangat dibutuhkan, Ini terlihat dari perkembangan dunia industri. Terutama industri-industri karoseri body mobil, body kereta api, peralatan kantor juga tangki-tangki berukuran kecil maupun besar. Seorang juru gambar bentangan harus mem-punyai wawasan yang luas tentang suatu obyek yang akan digambarnya. Sebab selain dibutuhkan pengetahuan tentang gambar bukaan tersebut, juru gambar juga harus mem-pertimbangkan proses penyambungan yang digunakan dalam perakitan bentangan tersebut, sehingga juru gambar harus mempersiapkan dimensi geometris tambahan untuk proses perakitan obyek yang akan dikerjakan.

2.1.2. Penerapan Bentangan

Ditinjau dari proses penerapan gambar bentangan ini dapat dilakukan dengan dua sistem yakni sistem langsung pada obyek yang dikerjakan dan sistem tidak langsung.

- Sistem langsung

Sistem langsung yang dimaksud dalam penerapan bentangan ini adalah proses menggambar bentangan yang dilakukan langsung pada obyek atau pelat yang dikerjakan. Proses secara langsung ini biasanya dilakukan untuk pembuatan bentangan satu obyek saja. Pelat yang menjadi obyek pengerjaan langsung merupakan tempat lukisan yang dikerjakan oleh juru gambar. Jadi juru gambar melukis bentuk bentangan di atas pelat tersebut secara langsungan. Setelah lukisan bentangan terbentuk selanjutnya dilakukan proses pemotongan bentangan

- Sistem Tak Langsung

Sistem tak langsung ini umumnya digunakan dalam pembuatan komponen yang berjumlah besar. Proses penggambaran bentangan awalnya dilukis pada mal atau patron yang disediakan khusus. Setelah mal lukisan bentangan ini selesai dipotong selanjutnya di pindahkan pada pelat-pelat yang tersedia sesuai dengan jumlah komponen yang dibutuhkan.

Sistem tak langsung ini artinya juru gambar tidak langsung melukis bentangan pada obyek pelat yang dikerjakan. Tetapi pada mal yang disediakan. Adakalanya pembuatan mal ini lebih besar biayanya dari pembuatan - satu komponen tetapi untuk komponen yang berjumlah besar ini sangat menguntung-kan. Keuntungan ini terlihat dari hasil bentangan yang dikerjakan mempunyai dimensi yang sama. Disamping itu dengan penggunaan dari mal ini menguntungkan dalam pertimbangan pemakaian bahan dan proses pemotongan pelat, sehingga biaya operasional untuk pembuatan menjadi lebih murah.

2.2. Konstruksi Geometri

Pada saat menggambar suatu komponen mesin, juru gambar sering menggunakan konstru ksi yang d idasarkan atas u nsur-unsur geometri. Unsur-unsur geometri yang dimaksud di sini adalah busur-busur, lingkaran, garis, atau sudut. Konstruksi geometri digunakan agar lukisan atau gambar yang dibuat memberikan bentuk yang baik. Konstruksi ini dimaksudkan agar penyambungan garis dengan garis, busur dengan busur, busur dengan garis, dan sebagainya, dapat digambar dan dilukis dengan tepat.

Bila seorang juru gambar tidak menguasai dengan baik konstruksi geometri ini, misalnya pada saat menggambar busur di antara sudut maka hasil gambar tidak akan baik. Penyebabnya adalah pada saat mencari titik pusat, orang itu akan me!akukan dengan sistem coba-coba saja. Di samping tidak efisien, gambar yang dihasilkan tidak baik dan tidak akurat. Dalam konstruksi geometri ini, ketepatan dan ketelitian sangat diperlukan sekali. Oleh karena itu, pensil yang digunakan adalah pensil H, 2H, atau 3H.

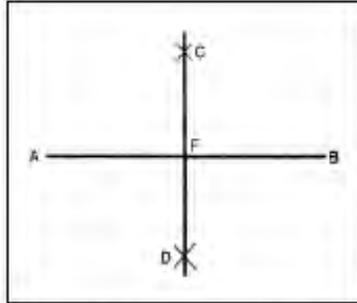
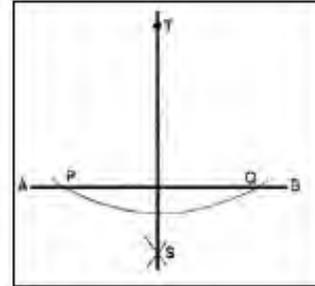
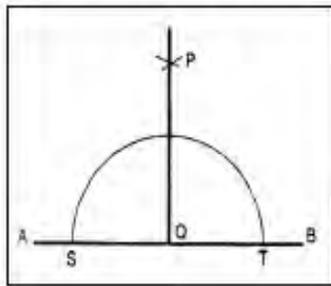
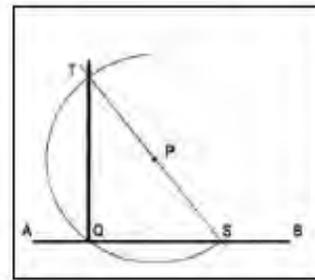
2.2.1. Caris Tegak Lurus

Gambar 2.7. menunjukkan cara membagi dua garis lurus sama panjang. Langkah pertama, buat garis lurus AB, kemudian buat busur lingkaran di titik A dengan ukuran jari-jari sembarang. Selanjutnya buat busur lingkaran di titik B dengan jari-jari yang sama dengan lingkaran di titik A. Kedua lingkaran berpotongan di titik C dan D. Selanjutnya hubungkan titik C dan D memotong garis AB di titik F sehingga panjang AF = FB.

Gambar 2.8. menunjukkan cara membuat garis tegak lurus melalui titik 0 yang terletak pada garis AB. Langkah pertama, buat busur lingkaran di titik O dengan ukuran jari-jari sembarang. Busur

lingkaran tersebut memotong garis AB di titik S dan T. Buat lingkaran dengan ukuran jari-jari sembarang di titik S dan T sebagai pusat busur lingkaran. Kedua busur lingkaran tersebut berpotongan di titik P. Langkah selanjutnya tarik garis dari P ke Q maka garis tersebut tegak lurus garis AB.

Gambar 2.9. menunjukkan cara membuat garis tegak lurus melalui titik T yang berada di luar garis. Caranya adalah buat garis AB dengan panjang tertentu dan buat titik T di luar garis AB. Langkah selanjutnya buat busur lingkaran di titik T dengan panjang jari-jari sembarang. Busur lingkaran tersebut memotong garis AB di titik P dan Q. Kemudian buat busur lingkaran di titik P dan Q dengan panjang jari-jari sembarang, busur lingkaran tersebut berpotongan di titik S. Selanjutnya tarik garis dari S ke T maka garis tersebut tegak lurus garis AB.

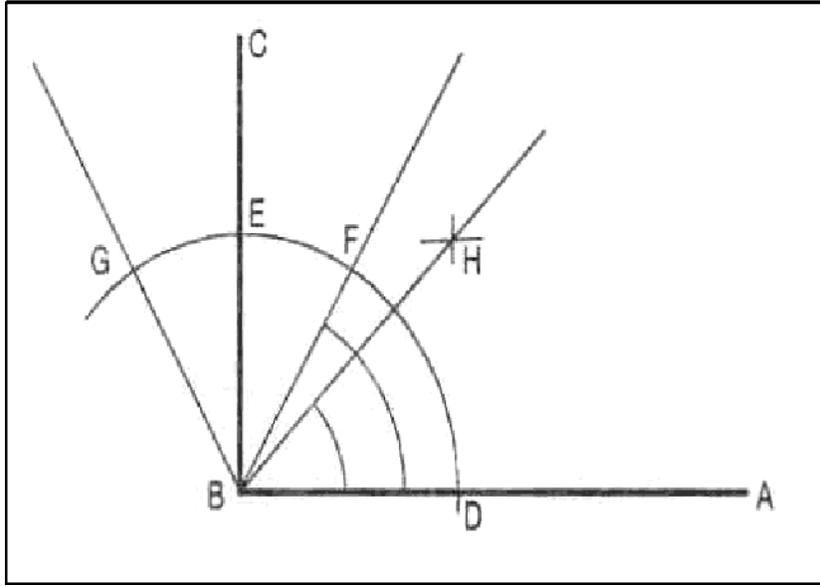
Gambar 2.10. menunjukkan cara membuat garis tegak lurus yang melalui titik A. Langkah awal buat garis AB, selanjutnya di dekat titik A diberi titik Q. Setelah itu buat busur lingkaran melalui titik Q dengan pusat busur lingkaran di titik P yang terletak di luar garis AB. Busur lingkaran tersebut memotong garis AB di titik S. Kemudian hubungkan titik S dengan titik P, perpanjangan garis SP memotong busur lingkaran di titik T. Selanjutnya hubungkan titik Q dengan titik T. Garis QT tegak lurus terhadap garis AB.

Gambar 2.7. Cara membagi dua garis lurus sama panjang

Gambar 2.9. Cara membuat garis tegak lurus melalui titik T

Gambar 2.8. Cara membuat garis tegak lurus melalui titik 0

Gambar 2.10. Cara membuat garis tegak lurus melalui titik A

2.2.2. Membagi Sudut

Gambar 2.11. menunjukkan cara membagi sudut 90^0 menjadi dua sama besar. Langkah pertama buat garis AB dengan panjang sembarang, buat garis C tegak lurus di titik B. Sudut ABC adalah 90^0.

Buat busur lingkaran di titik B dengan panjang jari-jari sembarang. Busur lingkaran tersebut memotong garis AB di titik D dan memotong garis BC di titik E. Dengan jari-jari yang sama, buat busur lingkaran di titik E dan D.

Busur lingkaran tersebut berpotongan di titik H, buat garis dari titik B ke H maka sudut CBH adalah separo dari sudut ABC, yaitu

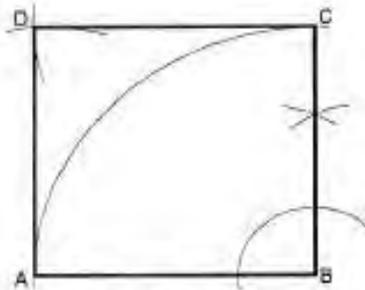
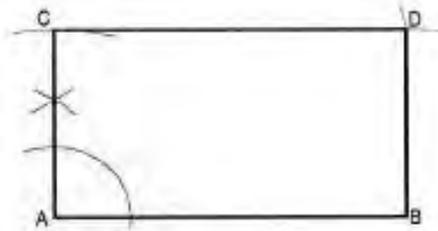
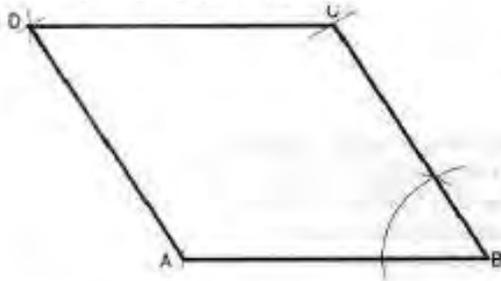
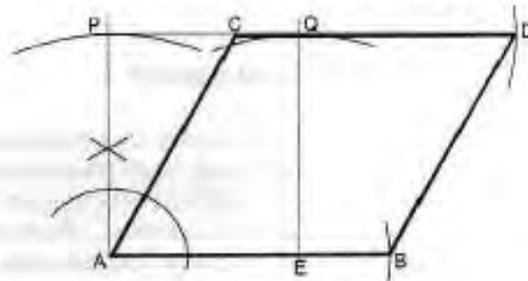
25°. Bila besar sudut ABF adalah 60°, maka dengan jalan memindahkan EF akan diperoleh titik G. Bila titik G kita hubungkan dengan B maka besar sudut ABG adalah 1200.

Gambar 2.11. Cara membagi sudut 90^0 menjadi dua sama besar.

Gambar 2.12. menunjukkan cara membuat sebuah segi empat sama sisi. Langkah pertama, buat garis AB yang telah ditentukan panjangnya. Buat garis tegak lurus di titik B, kemudian buat busur lingkaran dengan jari-jari AB, titik B sebagai pusat. Garis tersebut memotong garis tegakk lurus di titik C. Buat busur lingkaran di titik C dan A dengan jari-jari AB. Busur lingkaran tersebut berpotongan di titik D. Hubungkan titik-titik ABCD maka terbentuk segi empat sama sisi.

Gambar 2.13. menunjukkan cara membuat empat persegi panjang dengan sisi panjang AB dan sisi pendek BD. Buat garis AB dengan panjang yang telah ditentukan, kemudian buat garis tegak lurus terhadap garis AB di titik A. Selanjutnya buat busur lingkaran di titik A dan B dengan jarijari BD, yaitu sisi

pendek. Tarik garis sejajar garis AB melalui titik C. Garis tersebut memotong busur lingkaran yang lain di titik D. Langkah terakhir hubungkan titik-titik ABCD maka terbentuk segi empat yang kita inginkan.

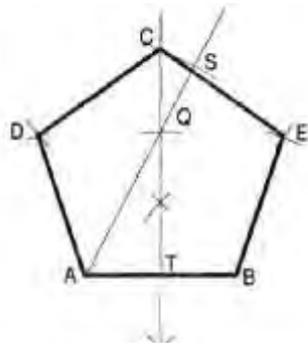
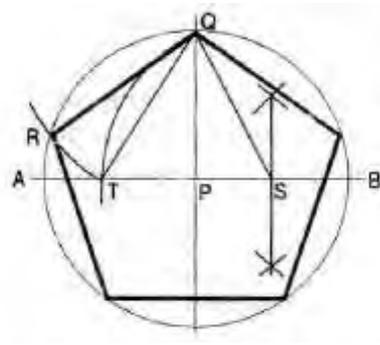
Gambar 2.14. menunjukkan cara membuat segi empat belah ketupat. Buat garis AB dengan panjang yang telah ditentukan, kemudian buat garis yang membentuk sudut 60° di titik B. Buat busur lingkaran di titik B dengan jari-jari AB, garis tersebut memotong garis sudut 60° di titik C. Dengan jari-jari yang sama buat busur lingkaran di titik C dan A, perpotongan busur A dan C merupakan titik D. Hubungkan titik-titik ABCD maka terbentuk segi empat belah ketupat yang kita inginkan.

Gambar 2.15. menunjukkan cara membuat belah ketupat yang telah diketahui sisi tingginya. Langkah pertama buat garis lurus AB, kemudian tarik garis tegak lurus AB di titik A dan titik E pada garis AB. Buat busur lingkaran di titik A dan E dengan panjang jari-jari sama dengan tinggi belah ketupat. Busur lingkaran memotong garis tegak lurus di titik P dan Q. Selanjutnya tarik garis tegak lurus di titik P dan melalui titik Q. Titik C terletak di antara P dan Q. Selanjutnya hubungkan titik A dengan titik C. Buat busur lingkaran di titik C dengan panjang jari-jari CA memotong perpanjangan garis PQ di titik D. Buat busur lingkaran dengan jari-jari yang sama di titik A memotong garis AE di titik B, hubungkan titik B dengan titik D, maka terbentuk belah ketupat ABCD sesuai keinginan kita.

Gambar 2.12. Cara membuat sebuah segi empat sama sisi

Gambar 2.13. Cara membuat empat persegi panjang dengan sisi panjang AE

Gambar 2.14. Cara membuat segi empat belah ketupat

Gambar 2.15. Cara membuat belah ketupat yang telah diketahui sisi tingginya

2.2.3. Membuat Segi Lima

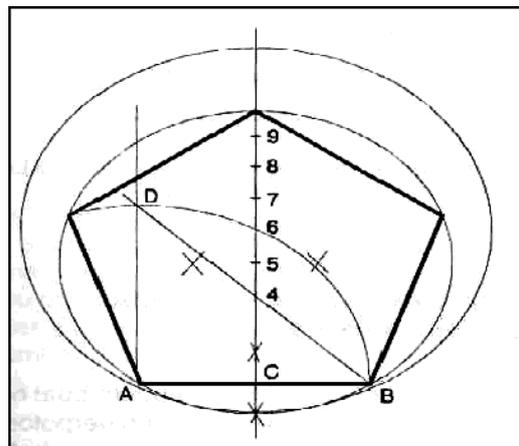
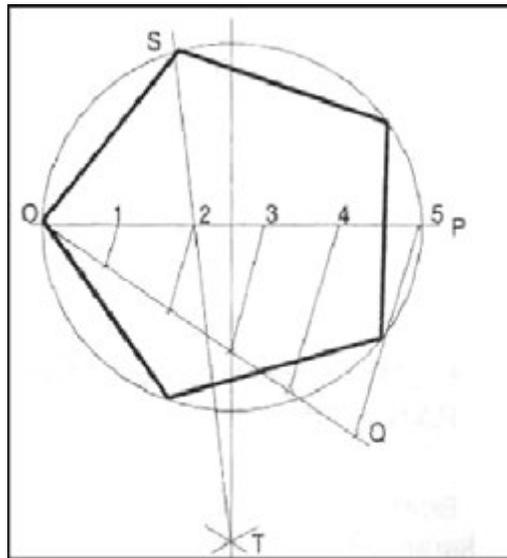
Gambar 2.16. menunjukkan cara membuat suatu segi lima yang panjang salah satu sisinya sudah diketahui. Garis AB adalah sisi dari segi lima, bagi garis tersebut menjadi dua bagian yang sama panjang, namai titik itu dengan titik T. Tarik garis tegak lurus melalui titik T dengan panjang sama dengan garis AB, namai titik tersebut dengan titik Q. Hubungkan titik A

dengan titik Q. Dari titik C buat garis QS, dengan panjang sama dengan AT. Buat busur lingkaran di titik A dengan jari-jari AS sehingga memotong garis TO di titik C. Buat busur lingkaran di titik C, A, dan B dengan jari-jari AB, sehingga akan diperoleh titik D dan E. Hubungkan titik ABCDE sehingga terbentuk segi lima yang dikehendaki.

Gambar 2.17. menunjukkan cara membuat segi lima yang berada di dalam lingkaran. Langkah pertama buat lingkaran dengan pusat lingkaran di titik P. Garis tengah lingkaran tersebut adalah AB. Kemudian tarik garis tegak lurus AB melalui titik P dan memotong lingkaran di titik 0. Panjang garis PB dibagi dua sehingga memperoleh titik S. Buat busur lingkaran di titik S dengan jari-jari SO dan memotong garis PA di titik T serta memotong lingkaran di titik R. Panjang garis OR adalah sisi dari suatu segi lima.

Gambar 2.16. Cara membuat suatu segi lima yang panjang salah satunya sudah diketahui

Gambar 2.17. Cara membuat segi lima yang berada di dalam lingkaran

Gambar 2.18. menunjukkan cara membuat suatu segi lima yang diketahui satu sisinya. Garis AB adalah salah satu sisi segi lima. Garis tersebut dibagi menjadi dua sama panjang di titik C. Tarik garis tegak lurus AB melalui titik C. Buat busur lingkaran di titik A dengan jari-jari sama dengan AB, kemudian tarik garis tegak lurus di A yang memotong busur lingkaran di titik D. Perpotongan busur lingkaran DB dengan garis tegak lurus yang melalui C adalah di

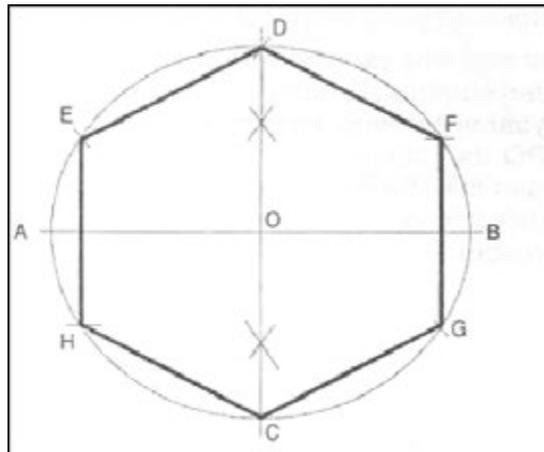
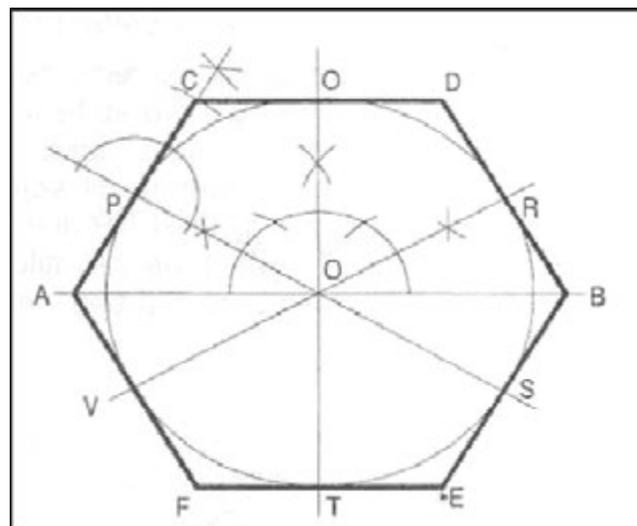
titik 6. Hubungkan titik B dengan titik D sehingga memotong garis di titik 2. Jarak antara 2 dan 6 dibagi dua sehingga diperoleh titik 5 yang merupakan pusat lingkaran segi lima. Untuk membuat segi lima, kita ukurkan sisi AB, pada lingkaran tersebut. Prinsip ini bisa kita gunakan untuk membuat segi banyak, yaitu dengan jalan membuat lingkaran-lingkaran di titik 6, 7, 8, 9, dan seterusnya, misalnya akan membuat segi 6. Titik 6 adalah pusat lingkaran yang berpusat di titik 6 tadi.

Gambar 2.19. menunjukkan cara membuat segi lima yang berada di dalam lingkaran. Buat garis dari titik 0 dengan sudut tertentu dari sumbu OP, namai titik tersebut dengan O. Garis 00 dibagi menjadi lima bagian yang sama panjang. Hubungkan titik Q dengan titik P. Selanjutnya buat garis-garis sejajar PQ dari titik-titik bagi ke sumbu OP. Buat busur lingkaran dengan jarijari OP di titik 0 dan titik P. Kedua busur lingkaran tersebut berpotongan di titik T. Tarik garis dari titik T ke titik 2 hingga memotong lingkaran di titik S. Jarak OS adalah salah satu sisi segi lima tersebut.

Gambar 2.18.Cara membuat suatu segi lima yang diketahui satu sisinya.

Gambar 2.19. Cara membuat segi lima yang berada di dalam lingkaran.

2.2.4. Membuat Segi Enam

Gambar 2.20. menunjukkan cara membuat sebuah segi enam di dalam lingkaran. Buat lingkaran dengan garis tengah AB dan titik 0 sebagai titik pusat lingkaran. Tarik garis tegak lurus AB melalui titik 0 sehingga merupakan sumbu tegak dari lingkaran dan memotong lingkaran di titik C dan D. Buat busur lingkaran di titik C dan D dengan panjang jari-jari sama, yaitu setengah sumbu AB. Busur lingkaran tersebut memotong lingkaran di titik E,F,G, dan H. Langkah terakhir hubungkan titiktitik tersebut sehingga membentuk segi enam.

Gambar 2.21. menunjukkan cara membuat segi enam yang berada di luar lingkaran dan salah satu sisi sudah diketahui. Sebagai langkah awal buat lingkaran dengan titik pusat O. Buat garis AB melalui pusat lingkaran, kemudian tarik garis OT tegak lurus garis AB melalui titik O. Buat garis yang membentuk sudut 30^0 di atas dan di bawah sumbu AB, garis sudut ini memotong lingkaran di titik P,R,S, dan V. Tarik garis

tegak lurus OP memotong garis AB di titik A. Selanjutnya buat lingkaran dengan panjang jarijari AO di titik A hingga memotong perpanjangan AP di titik C. Lakukan langkah yang sama pada diagonal OR, OS, dan OV untuk memperoleh titik D,E, dan F. Apabila kita menghubungkan titik-titik tersebut maka terbentuk segi enam yang kita inginkan.

Gambar 2.20. Cara membuat sebuah segi enam di dalam lingkaran.

Gambar 2.21. Cara membuat sebuah segi enam di luar lingkaran.

2.3. Bukaan

Dalam bengkel-bengkel kerja pelat atau pada pekerjaan yang terbuat dari pelat sering sekali memerlukan gambar-gambar bukaan. Dalam konstruksi biasanya digunakan gambar proyeksi ortogonal yang dilengkapi dengan ukuran-ukuran yang diperlukan. Sebelum juru gambar memutuskan cara untuk mempermudah pembacaan, terlebih dahulu ia harus bisa membayangkan bentuk bentuk benda yang akan di rencanakan.

Gambar bentangan atau bukaan biasanya diperlukan dalam bengkelbengkel kerja pelat atau pada pabrik-pabrik yang memproduksi suatu alat yang bahannya terbuat dari pelat. Maksud dari gambar bentangan atau bukaan ialah untuk mempermudah pamotongan bahan atau mempermudah mengetahui banyaknya bahan yang diperlukan. Untuk pengikatan ujung-ujungnya dapat dilakukan dengan dipatri, dikeling, ataupun dilas. Cara penyambungan tersebut tergantung dari macam bahan ataupun tebal-tipisnya bahan.

2.3.1. Pembentangan dan Potongan

Perpotongan dan pembentangan secara logis merupakan suatu bagian subjek ilmu ukur lukis. Tetapi sedikit dari banyak penerapan yang dapat dilakukan tanpa pelajaran lanjutan mengenai proyeksi, disajikan dalam bab ini. Garis pemotongan yang dikehendaki antara permukaan geometrik dapat diperoleh dengan menerapkan prinsip proyeksi. Sekalipun ganbar bentangan ditampakkan dan tidak digambar oleh proyeksi nyata dengan cara yang dipakai untuk tampang luar, namun konstruksi memerlukan penerapan proyeksi ortografik dalam menemukan panjang sejati elemen dan panjang sejati rusuk.

2.3.2. Permukaan Geometrik

Permukaan geometrik dibangkitkan oleh gerakan garis geometrik, baik yang lurus maupun yang melengkung. Permukaan yang dibangkitkan oleh garis lurus yang bergerak dikenal sebagai permukaan garis yang bergerak dikenal sebagai permukaan garis (*ruled surface*) dan permukaan ynag dibangkitkan oleh garis melengkung dikenal sebagai permukaan lengkung berganda (*double curved surface*). Sembarang kedudukan garis yang membangkitkan, yang dikenal sebagai generatrik, disebut elemen permukaan. Permukaan garis mencakup bidang, bidang lengkung-tunggal dan permukaan baling (*warped surface*). Bidang dibangkitkan oleh garis lurus yang bergerak dengan cara demikian rupa sehingga satu titik menyentuh garis lurus lainnya, kalau garis itu bergerak sejajar dengan kedudukan aslinya.

Permukaan lengkung tunggal dibangkitkan oleh garis lurus yang bergerak demikian rupa sehingga dalam dua yang mana saja dari kedudukannya yang dekat, garis itu terletak dalam bidang yang sama. Permukaan baling dibangkitkan oleh garis lurus yang bergerak demikian rupa sehingga garis itu tidak terletak dalam bidang yang sama dalam dua kedudukan dekat yang mana saja. Permukaan lengkung berganda mencakup permukaan yang dibangkitkan oleh garis melengkung yang bergerak sesuai dengan hukum matematik.

2.3.3. Obyek Geometrik

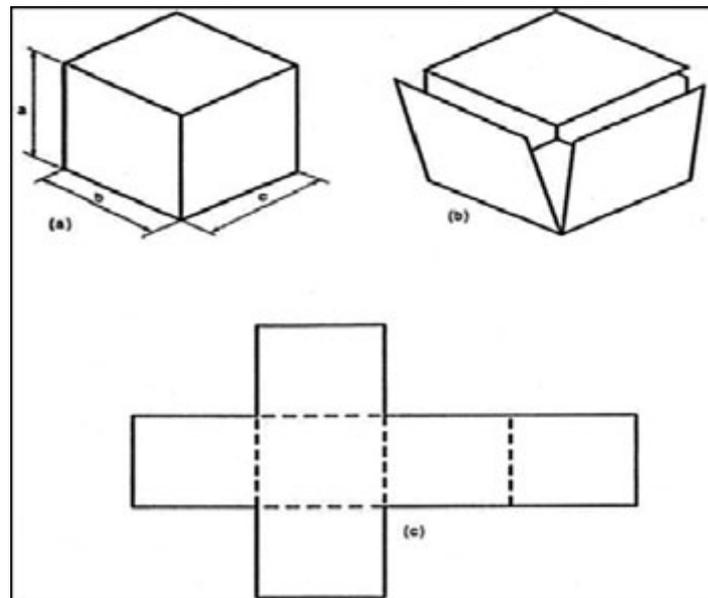
Benda padat geometrik dibatasi oleh permukaan geometrik dapat dogolongkan sebagai berikut: Benda padat yang dibatasi oleh permukaan bidang: tetrakedron, kubus, prisma, piramida dan lainnya. Benda padat yang dibatasi oleh permukaan lengkung tunggal: kerucut dan silinder (dibangkitkan oleh garis lurus yang bergerak). Benda padat yang dibatasi oleh

permukaan baling: konoid silindroida, hiperboloida dengan nap (nappe) tunggal dan kerucut baling (warped cone). Benda padat yang dibatasi oleh permukaan lengkung berganda: bola, sferoida, torus, paboloida, hiperboloida dan sebaginya (permukaan putar yang dibangkitkan oleh garis melengkung).

2.3.4. Pembentangan

Bagan susunan permukaan lengkap suatu objek disebut gambar bentangan atau pola. Pembentagan obyek yang dibatasi oleh permukaan bidang dapat dianggap sebagai perolehan dengan memutar obyek. Pelaksanaan menggambar praktis terdiri dari menggambar permukaan secara berturut-turut dengan ukuran penuh dan dengan menyambungkan rusuk yang dimilikinya bersama.

Permukaan kerucut dan permukaan sillinder juga dapat dibuka pada sebuah bidang. Gambar bentangan silinder lurus adalah sebuah segi panjang yang lebarnya sama dengan keliling silinder yang dihitung (πd). Gambar bentangan kerucut bulat lurus adalah sebuah sektor lingkaran yang jari-jarinya sama tinggi miring kerucut dan yang panjang busurnya sama dengan keliling dasarnya.

Gambar 2.36a. menunjukkan sebuah kubus yang tertutup dan terbuat dari pelat. Sedangkan Gambar 2.36b menunjukkan suatu kubus yang belum disambung pada pertemuan sisi-sisinya. Gambar ini akan tampak dergan jelas bah'wa Kubus tersebut dapat dibentangkan dengan mudah. Gambar 2.36c adalah bukaan atau bentangan dari kubus Gambar 2.36a.

Gambar 2.36. Bentangan kubus

2.3.5. Metode Menggambar Bukaan

Teknik menggambar bentangan memerlukan metode-metode yang tepat untuk membuka sebuah benda sesusai dengan bangun benda yang akan dibuka ataupun bentuk benda yang akan dibuat dirancang. Karena banyak sekali bentuk bangun benda yang ada di dunia teknik, mulai dari bentuk yang sederhana sampai ke bentuk yang kompleks. Kontruksi bentuk yang kompleks seperti sebuah corong alas segi empat disambung dengan selinder kemudian ditembus dengan kerucut miring serta terpancung. Untuk menggambar gambar bukaan nya tidak cukup dengan sdatu metode. Adapun metode yang banyak terpakai dalam memnggambar bukaan adalah; Metode garis sejajar/paralel, metode radial/putar, metode segitiga, trianggulasi serta metode kombinasi.

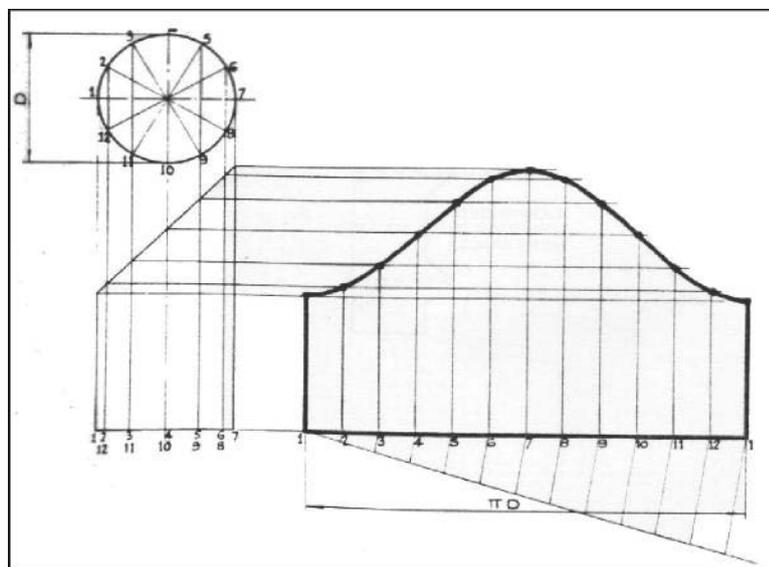
2.3.6. Teknik Menggambar Bentangan

Teknik menggambar bentangan biasanya dilakukan dengan dua cara yakni secara grafis dan secara matematis. Kedua teknik ini mempunyai keuntungan yang berbeda-beda. Untuk

proses penggambaran bentangan profil tertentu biasanya digunakan lukisan secara grafis. Tetapi untuk profil-profil yang beraturan lebih menguntungkan dilakukan perhitungan-perhitungan secara matematis.

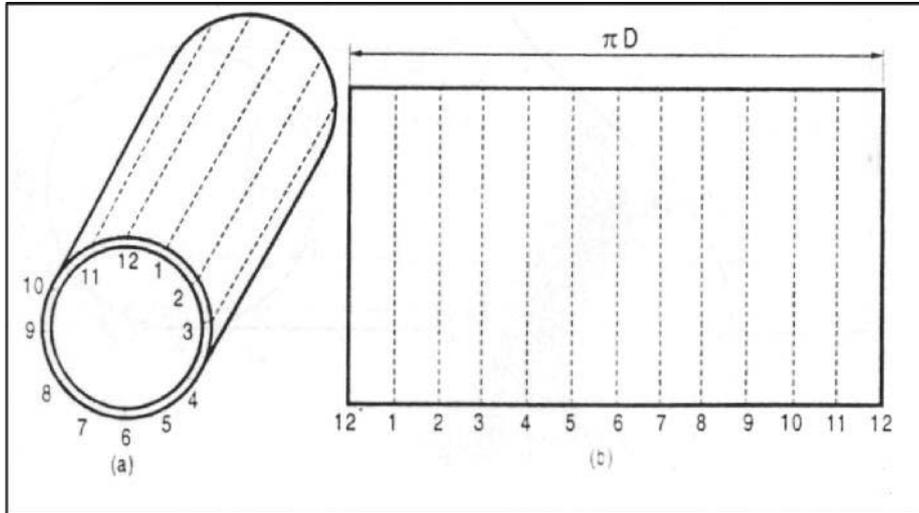
Secara grafis

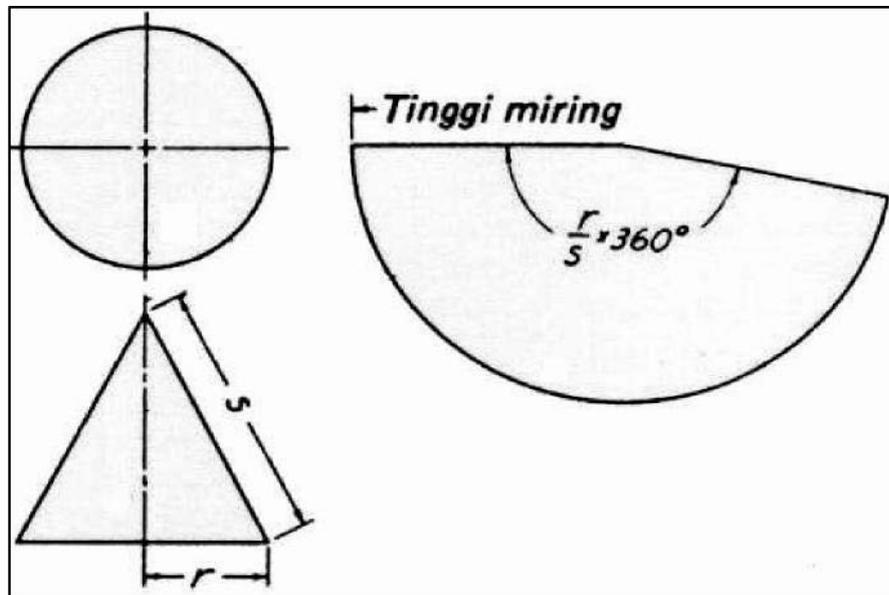
Teknik secara grafis ini dilakukan dengan membagi lingkaran dalam 12 bagian yang sama besar, dimana angka 1 dan 12 saling berimpit. Selanjutnya tariklah garis lurus di sebelah lingkaran. Ukurlah jarak 1 ke 2 dengan menggunakan jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12.

Hasil pengukuran dengan pamindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini maka has il yang diperoleh juga semakin teliti.

Gambar. 2.37. Bentangan Lingkaran secara grafis *f*

Secara Matematis

Lukisan bentangan dari sebuah lingkaran ini lebih mudah dilakukan secara matematis. Caranya adalah dengan

menghitung keliling lingkaran tersebut. Yakni keliling lingkaran = π. *D,* dimana D merupakan diameter lingkaran yang dilukis

Gambar 2.38. Bentangan lingkaran secara matematis

Lukislah bentangan secara matematis ini lebih teliti jika dibandingkan dengan cara grafis tetapi hal ini terbatas pada profil-profil bentuk yang beraturan.

Gambar 2.39. Bentangan kerucut lurus/tegak secara matematis

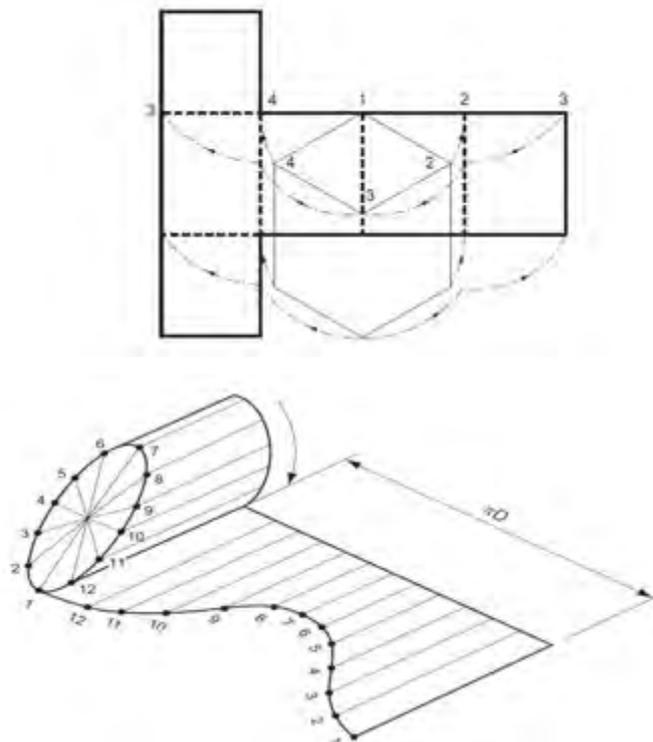
Soal Latihan

1. Tuliskan daftar peralatan gambar secara lengkap yang dibutuhkan untuk menggambar, kemudian jelaskan fungsi masing-masing!
2. Jelaskan penggunaan Gambar Bentangan di Industri!
3. Apa yang dimaksud dengan konstruksi geometri?
4. Lihat gambar disamping, kemudian bagilah tiga buah sudut yang sama besar dengan menggunakan jangka.

5. Lukislah sebuah segi lima beraturan (Pentagon) dengan menggunakan dua cara/metoda, panjang sisinya 25 mm!
6. Lukislah sebuah segi enam beraturan (Hexagon) dengan menggunakan dua cara/metoda, panjang sisinya 30 mm!
7. Lukislah sebuah segi tujuh beraturan (Heptagon) dengan jari-jari lingkaran 30 mm!

FUNGSI DAN JENIS BENTANGAN

3.1. Pengertian dan Fungsi Gambar Bentangan

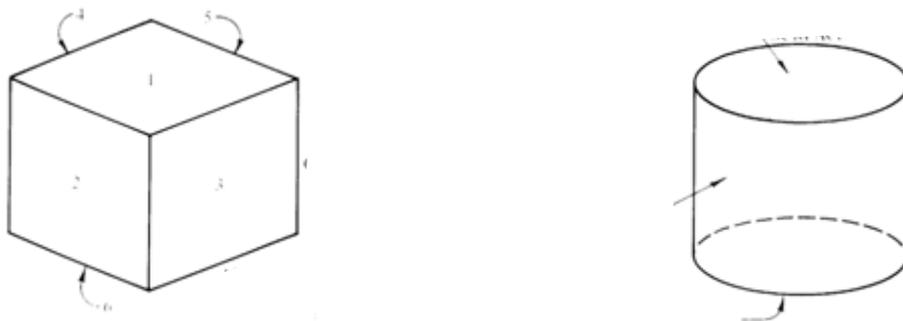
Bentangan dari suatu benda adalah membuka suatu lipatan atau tekukan, menjadi datar. Benda yang terbuat dari pembentukan pelat biasanya dibentang dari lembaran pelat tipis. Logam yang tidak lebih dari 3 mm ketebalannya dikelompokan sebagai pelat tipis. Gambar bentangan yaitu gambar bukaan dari suatu benda yang terbentuk dari lipatan atau tekukan bahan yang berupa lembaran pelat tipis.

Gambar 3.1

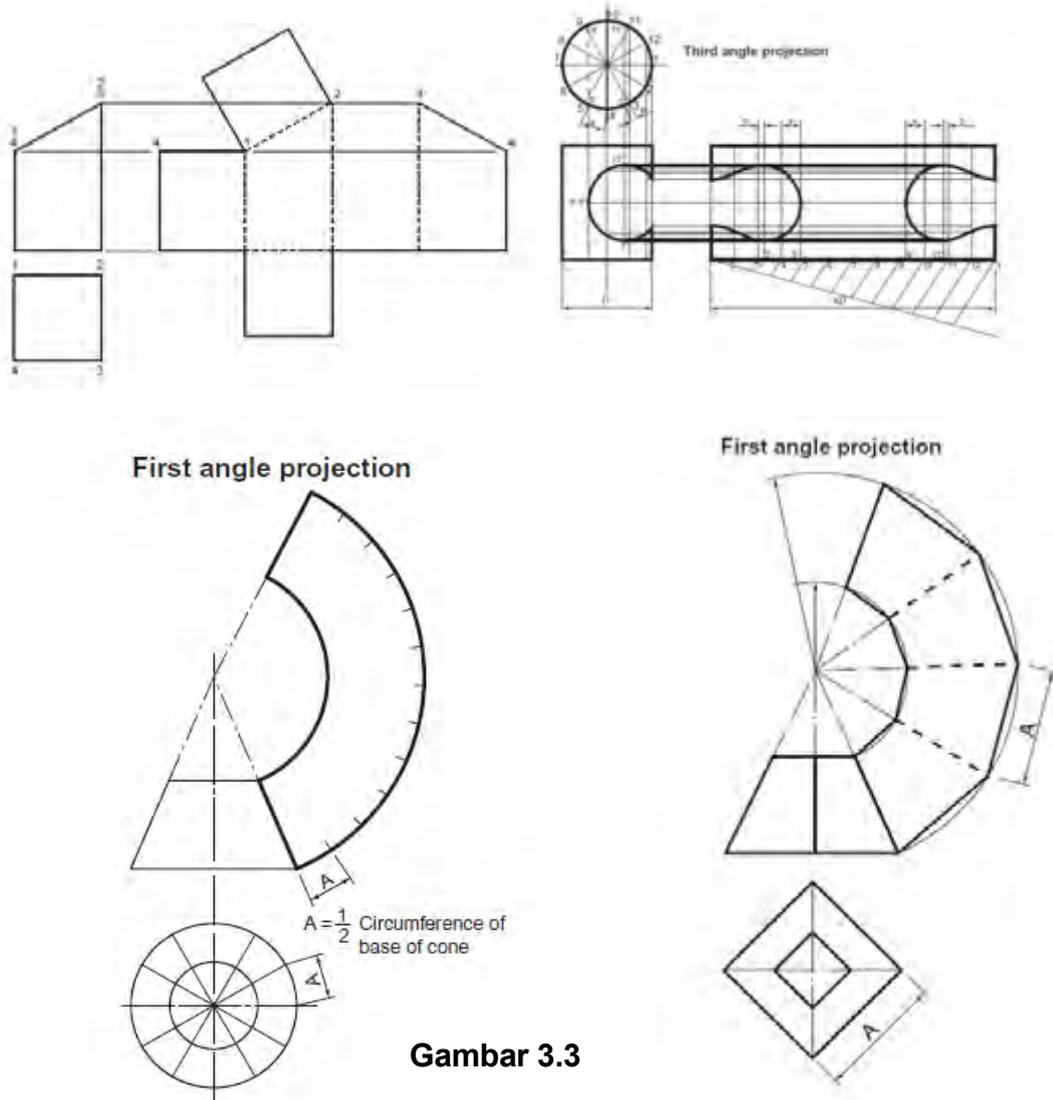
Gambar bentangan disebut juga pola, karena digunakan sebagai pola untuk melukis bentuk bukaan setiap bidang dari benda yang dimaksud. Pola digambar diatas lembaran, kemudian dipotong sesuai garis pola. Pola yang telah ditandai dan dibentuk biasanya disebut juga Mal.

Banyak benda sehari-hari yang terbuat dari bahan tipis berupa lembaran seperti plastik, aluminium, tembaga, kuningan dan baja. Pada bahan lembaran tersebut, bentuk geometri dari suatu benda dibuat polanya berdasarkan gambar bentangan. Pengerjaan berikutnya adalah menekuk, melipat atau menggulung sesuai dengan garis pola bentuk geometri.

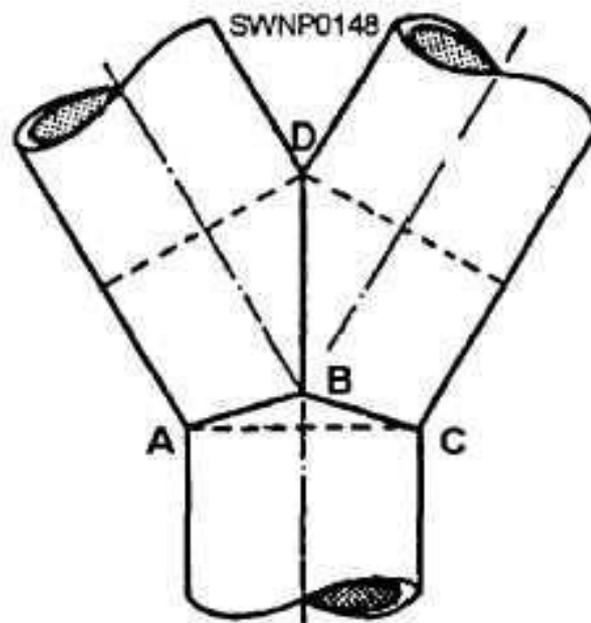
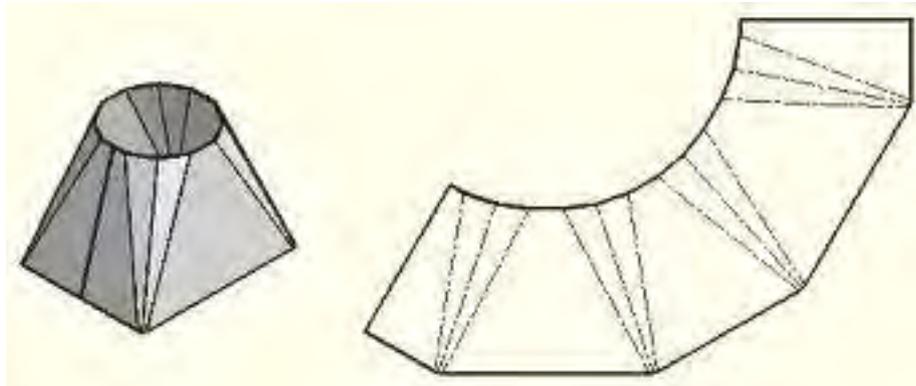
Pelat yang ditekuk, dilipat atau di gulung menjadi bentuk yang diinginkan, juga dimaksudkan untuk memberikan penguatan dan kekakuan pada benda dibandingkan bentuk semula.

3.2. Bentuk Geometri Benda

Secara umum geometri permukaan dapat dikelompokan menjadi dua bentuk yaitu datar dan lengkung. Bentuk datar terdapat pada enam bidang permukaan kotak, dan sisi silinder membentuk permukaan lengkung.

Gambar 3.2

Benda sehari-hari seperti keranjang, tanki, saluran ventilasi atau pengisap debu, merupakan pembentukan bentangan pelat tipis berdasarkan beberapa bentuk dasar geomeri. Ada empat bentuk dasar geometri untuk pembentukan benda bentangan pelat tipis yaitu; prisma, silinder, piramid dan kerucut.

Gambar 3.3

Ada dua bentuk kombinasi yaitu bentuk transisi dan interseksi. Bentuk transisi adalah suatu benda yang mempunyai dua bidang permukaan yang berbeda antara bentuk atas dan bawah. Seperti atas berbentuk lingkaran sedangkan bawah berbentuk segi empat.. Bentuk

interseksi adalah dua buah benda dengan bentuk yang sama atau berbeda saling berhubungan, seperti pipa bercabang, dll.

Gambar 3.4

3.3. Jenis Bentangan

Bentangan benda sederhana dari bentuk dasar prisma, silinder, kerucut dan piramid umumnya dapat dibuat dengan tiga metoda konstruksi bentangan, yaitu :

- Bentangan **metoda Paralel** untuk prisma dan silinder
- Bentangan **metoda Radial** untuk piramid dan kerucut
- Bentangan **metoda Segi tiga** untuk bentuk transisi dan sambungan bentuk yang berbeda.

Bentuk interseksi dibentang sesuai dengan bentuk dasar, seperti interseksi bentuk silinder atau prisma dibentang dengan metoda paralel, dan interseksi bentuk piramid atau kerucut dibentang dengan metoda radial.

Beberapa hal pokok yang perlu diperhatikan untuk gambar pola adalah :

- Semua ukuran pada gambar bentangan harus diberikan ukuran sebenarnya sebelum dilipat, ditekuk atau digulung.
- Pola biasanya dilipat sehingga garis-garis indikator bentuk berada dalam komponen.
- Dalam praktiknya cadangan tambahan bahan seharusnya dipersiapkan untuk sambungan, penguatan pinggir, bengkokan dan lipatan ujung.

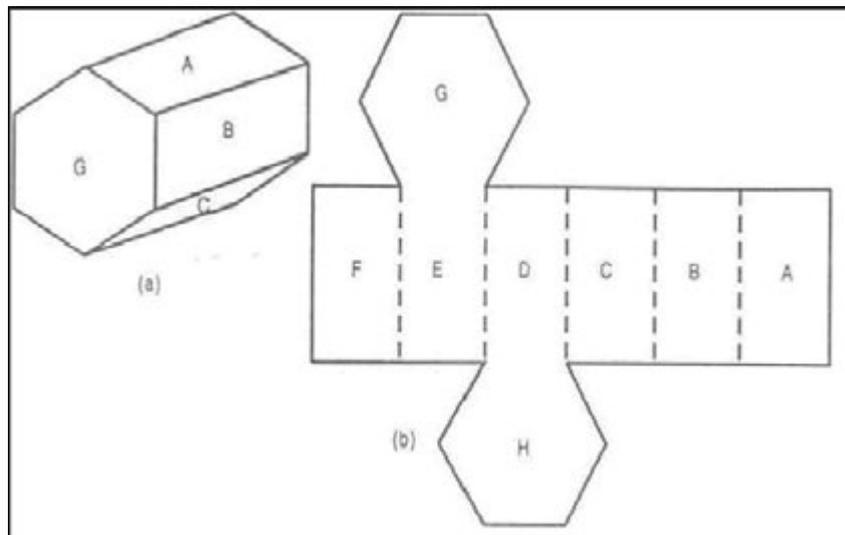
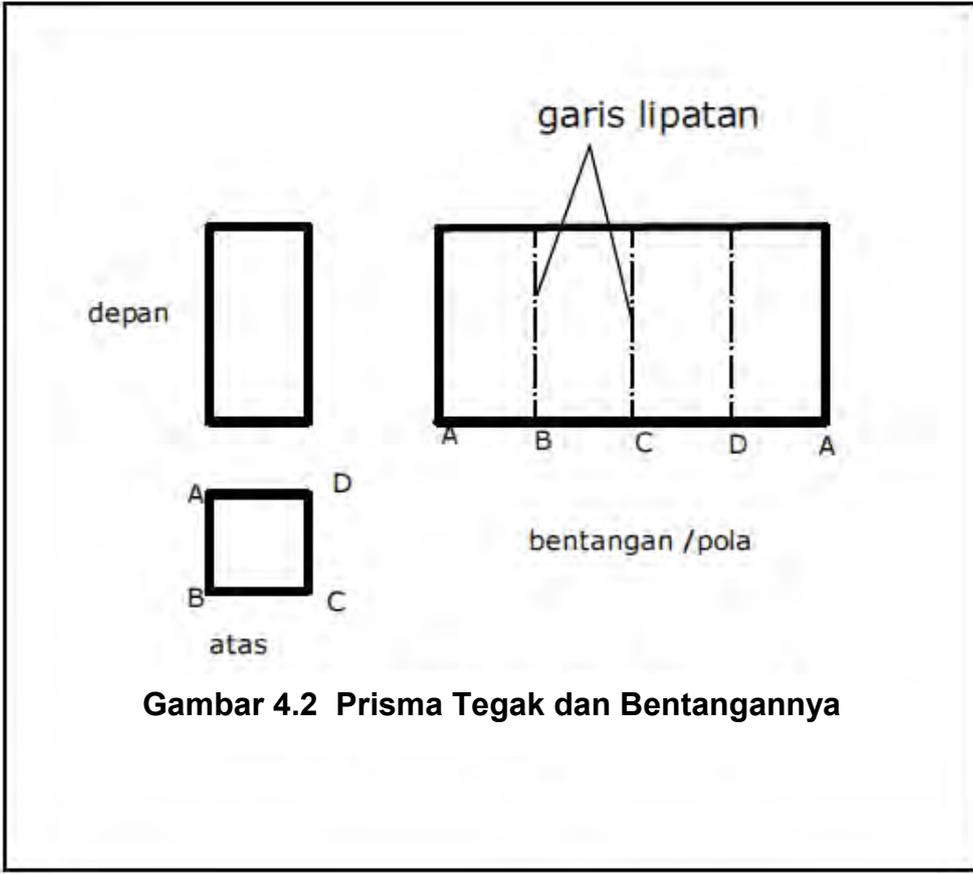
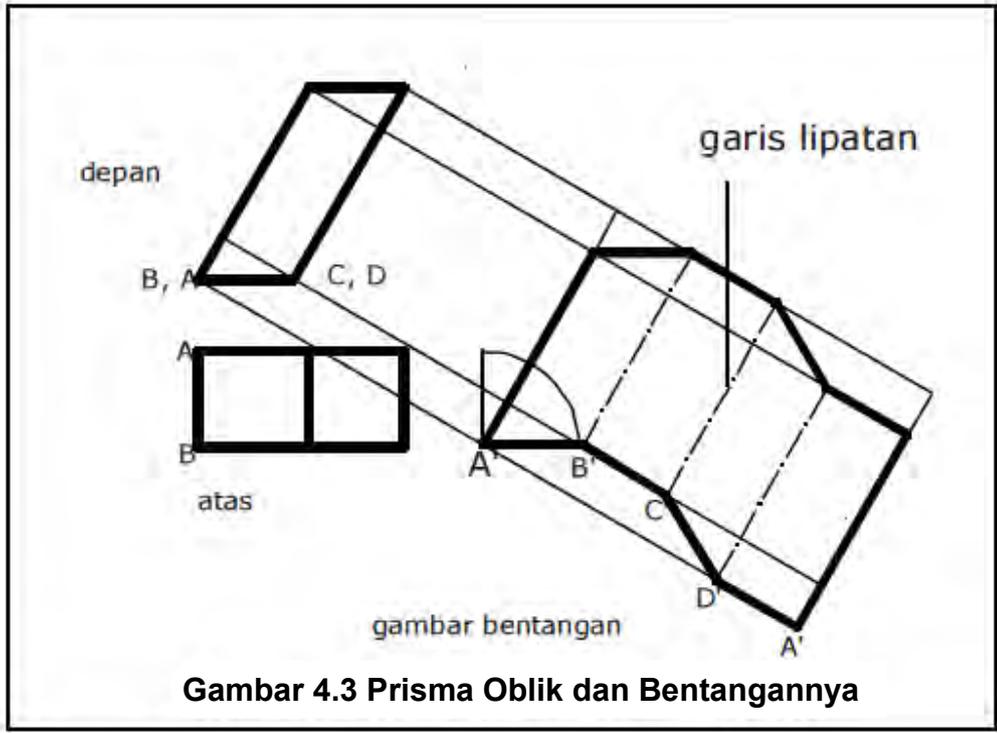
BENTANGAN METODA PARALEL

Bentangan metoda parallel adalah cara sederhana untuk membuat suatu pola, yaitu membuat sisi benda sebagai garis-garis sejajar, maka caranya disebut bentangan metoda paralel. Benda-benda bentuk dasar geometri prisma dan silinder dibentang dengan metoda parallel. Garis bentangan pola prisma dan silinder adalah lurus dan pengukuran garis berdasarkan penarikan garis tegak lurus dan sejajar.

4.1. Bentangan Prisma

Pembuatan pola (mal) suatu benda dengan metode parallel/garis sejajar mendasarkan pada meletakkan bentuk pola pada deretan garis-garis sejajar. Semua benda yang termasuk dalam kelompok prisma dapat dikembangkan dengan metode garis sejajar. Benda berbentuk prisma ditandai dengan bentuk yang sama pada penampang lintang dan sepanjang benda tersebut. Metode pembuatan gambar bentangan ini sering dikenal dengan cara menggelindingkan permukaan benda pada permukaan datar. Benda yang termasuk dalam kelompok prisma adalah prisma segi empat dan prisma segi banyak atau silinder. Dari bentuk penampang lintangnya , prisma dibedakan menjadi dua, yaitu; prisma tegak (*right prism)* dan prisma miring/oblik (*Oblique prism).*
Perbedaan tersebut menyebabkan ada perbedaan dalam penggunaan.

Selanjutnya Gambar 4.1a. menunjukkan sebuah prisma yang pada ujung kanan kirinya tertutup. Prisma tersebut juga terbuat dari pelat. Sebelum membentuk sebuah prisma harus diketahui lebih dahulu bahan yang diperlukan dan juga bagaimana cara pemotongan dan suatu bahan. Hal ini tergantung dari permintaan atau kebutuhan perencana.

Gambar 4.1b menunjukkan suatu bentangan sebuah prisma. Bukaan tersebut merupakan empat persegi panjang. Panjang bukaan tersebut sama dengan keliling segi enam, dengan menggunakan metode garis sejajar/paralel. Sedangkan lebar dari segi empat sama dengan tinggi prisma.

Gambar 4.1. Bentangan prisma tertutup

Gambar 4.2 Prisma Tegak dan Bentangannya

Gambar 4.3 Prisma Oblik dan Bentangannya

Cara membuat gambar bentangannya:

1. Buat lebih dulu gambar proyeksinya, misalnya dari tampak muka (elevation) dan tampak atas (plan) , beri tanda ujungnya dengan titik A, B, C, dan D.
2. Bayangkan bila prisma digelindingkan sesuai arah anak panah, maka akan terbentuk bentangan permukaan prisma pada bidang datar. Gambar bentangan menjadi seperti yang tampak pada gambar 5 dan 6. Titik-titik A, B, C, dan D menjadi titik A′, B′, C′, dan D′. Garis strip-titik pada gambar bentangan menunjukkan garis lipat untuk membentuk bentangan menjadi bentuk prisma seperti paga gambar.

4.2. Profil Persegi

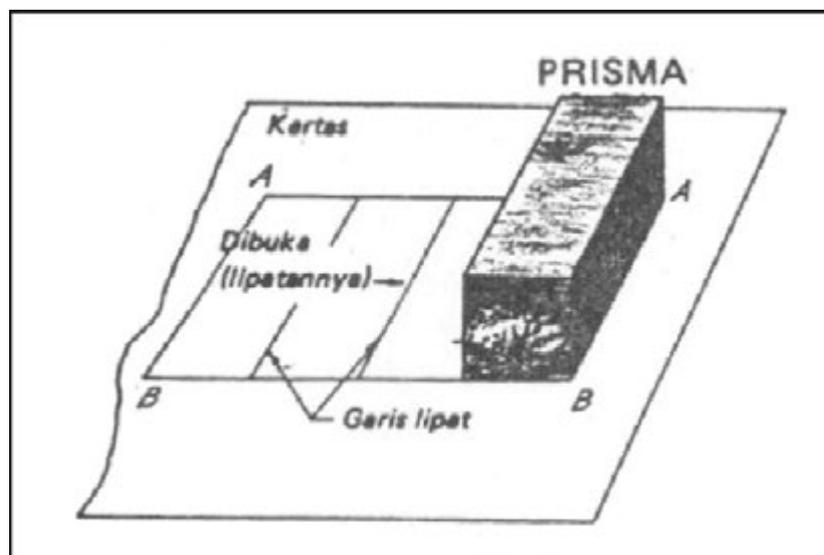
Permukaan baling dan permukaan lengkung berganda tidak dapat dibentangkan dengan cermat, tetapi permukaan ini dapat dibentangkan dengan sesuatu metode pendekatan. Biasanya, pola pendekatan akan cukup cermat untuk tujuan praktis, apabila bahan yang dipakai untuk membuat benda itu agak fleksibel.

Bidang dan permukaan lengkung tunggal (prisma, piramida, silinder dan kerucut) yang dapat dibentangkan dengan cermat, dikatakan mampu dibentangkan. Permukaan baling dan permukaan lengkung berganda yang dapat dibentangkan hanya dengan pendekatan, dikatakan tak mampu dibentangkan.

4.3. Pembentangan Praktis

Dalam banyak gambar industri, gambar bentangan harus diperlihatkan untuk meyediakan informasi yang perlu guna membuat pola untuk memudahkan memotong bentuk yang diinginkan dari logam lembaran. Disebabkan oleh kemajuan cepat dalam keahlian mengolah benda kerja dengan melipat, menggilas atau menfreis bentuk logam yang dipotong dalam jumlah yang

terus menerus meningkat, maka harus ada pengetahuan luas tentang metoda konstruksi banyak macam tipe pembentangan. Pola juga dipakai dalam pemotongan batu sebagai pedoman untuk membentuk muka yang tak teratur.

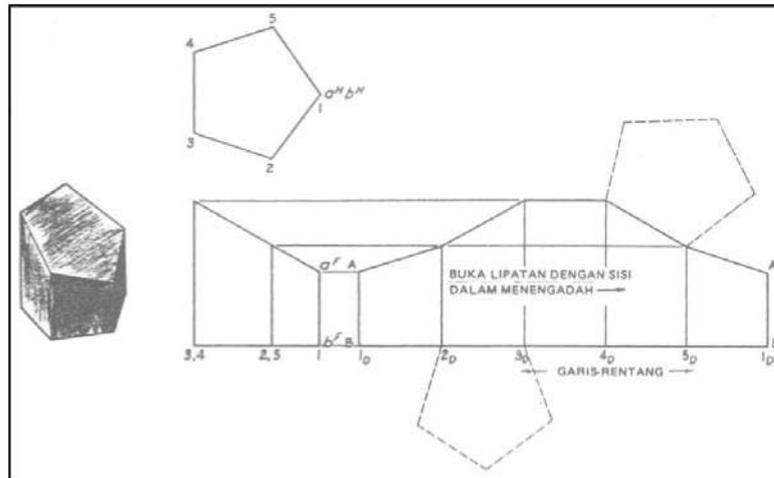
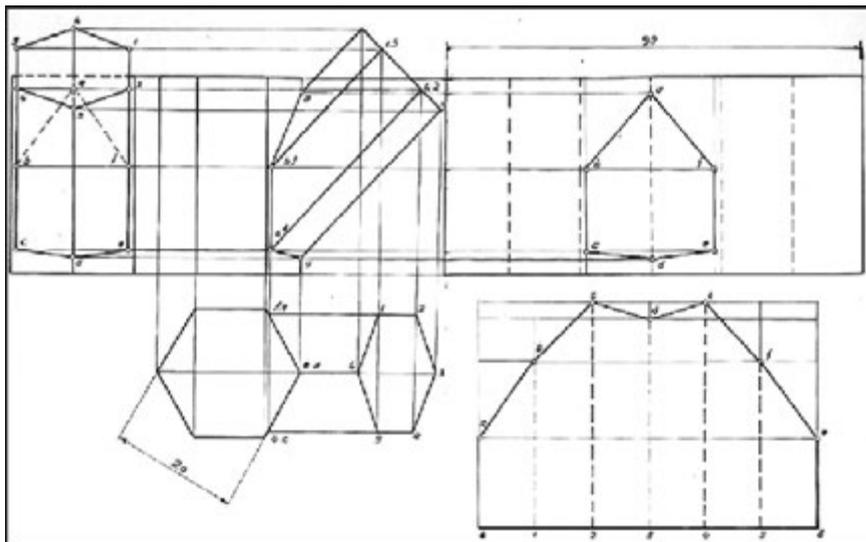
Gambar bentangan permukaan hendaknya digambar dengan muka dalam menengadah, sebagaimana menurut teori hal itu akan terjadi apabila permukaan dibuka gulungannya (unrolled) atau dibuka lipatannya (unfold), seperti dilukiskan dalam gambar 4.4. kebiasaan ini selanjutnya dibenarkan, sebab para pekarja logam lembaran harus membuat tanda pons untuk melipat pada permukaan dalam.

Gambar 4.4. Pembentangan prisma

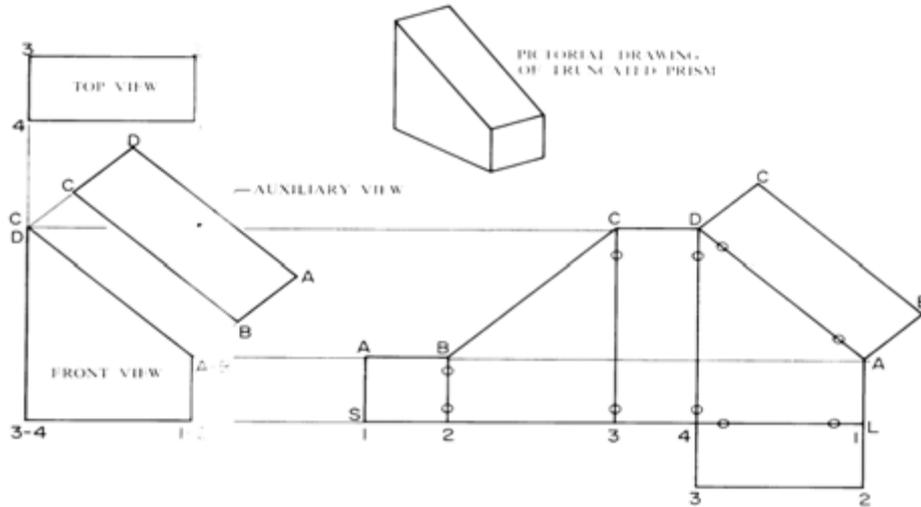
Sekalipun dalam pengolahannya nyata logam lembaran, ekstra logam harus disediakan untuk tumpangan (lap) pada kampuh, namun dalam bab ini tidak akan diperlihatkan tenggang (allowance) pada gambar bentangan. Juga banyak dipertimbangkan praktis lainnya telah diabaikan dengan sengaja, guna menghindari bingungnya mereka yang baru mulai.

4.4. Membentang Prisma Lurus Terpancung

Sebelum gambar bentangan permukaan samping prisma dapat digambar, panjang sejati rusuk dan ukuran sejati suatu penampang lurus harus ditentukan. Pada prisma terpancung lurus yang terlihat dalam gambar 4.5, panjang sejati rusuk prisma diperlihatkan dalam tampang muka dan tampang sejati penampang lurus diperlihatkan dalam tampang di atas.

Permukaan samping “dibuka lipatannya” dengan lebih dahulu menggambar “garis yang direntangkan” dan mengukurkan lebar mukanya (jarak 1-2, 2-3, 3-2 dan seterusnya dari tampang atas) sepanjang garis rentang itu secara berturut-turut. Setelah itu ditark garis konstruksi tipis melalui titik-titik ini, tegak lurus pada garis $1_D\,{}^1D$, dan panjang rusuk yang bersangkutan diukirkan pada masing-masing garis konstruksi itu dengan memproyeksikan dai tampang muka. Ketika memproyeksikan panjang rusuk pada gambar bentangan, titik-titik hendaknya diambil dalam urutan menurut arah jarum jam sekeliling perimeter, seperti yang ditunjukkan oleh urutan nomor dalam tampang atas.

Garis bentuk gambar bentangan dilengkapi dengan menyambungkan titik-titik ini. Sebegitu jauh, dasar bawah atau muka atas yang dilandai belum disinggung sama sekali. Apabila dikehendaki, dasar bawah dan muka atas landai itu dapat disambungkan pada gambar bentangan samping permukaan. Dalam pekerjaan logam lembaran, kebiasaannya adalah untuk membuat kampuh pada elemen yang terpendek, agar dapat menghemat waktu serta untuk sara (conserve) soldir atau sara pakukeling.

Gambar 4. 5. Metode baku unuk membentangkan permukaan samping prisma lurus

Gambar 4. 6. Pembentangan prisma segi enam lurus dan miring

Pola prisma terpancung miring seperti gambar piktorial kotak miring bagian atas dibuat bentangannya dengan metoda paralel.

Gambar 4.7

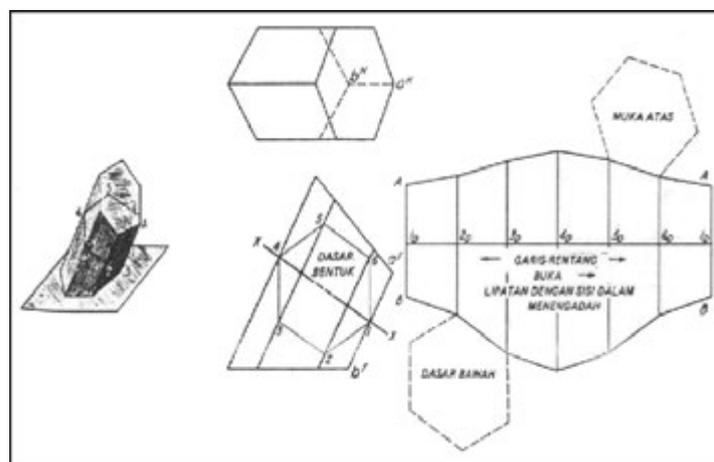
Untuk menggambar pola bentangan metoda paralel sebuah prisma adalah sebagai berikut :

Sebagai contoh diambil prisma yang terpotong miring

- Buat pandangan depan, atas dan pandangan pembantu untuk mendapatkan ukuran yang sebenarnya.Tandai semua titik yang ada dengan 1,2,3,2 dan A, B,C,D.
- Buat garis bentangan S-L, Ambil ukuran sisi sebenarnya 1-2, 2-3, 3-2, 2-1 dari pandangan atas dan pindahkan pada garis S-L.
- Dari titik 1,2,3,2, dan 1 pada garis S-L buatlah garis vertikal.
- Proyeksikan garis horizontal dari titik A-B dan C-D pada pandangan depan ke bidang gambar bentangan sehingga berpotongan dengan garis vertikal sesuai ukuran tinggi masing-masing bidang.
- Hubungkan semua titik bagian atas pola dan ditebalkan.
- Untuk prisma utuh dapat ditambahkan bidang alas dan penutup.

4.5. Membentangkan Prisma Miring

Permukaan samping prisma miring, seperti misalnya yang diperlihatkan dalam gambar 4.8. dibentangkan dengan metode umum yang sama seperti yang dipakai untuk prisma lurus. Dengan cara yang sama, panjang sejati rusuk yang diperlihatkan dalam tampang muka, tetapi ukuran sejati penampang yang lurus bantu, diukurkan sepanjang garis rentang, sedang garis konstruksi tegak lurus dengan yang menggambarkan rusuk, ditarik melalui tiik-titik bagi. Panjang bagian tiap-tiap rusuk yang bersangkutan, sebelah atas da sebelah bawah bidang X-X, dipindahkan ke garis yang sesuai dalam gambar bentangan. Jarak pada sebelah bidang atas bidang X-X diukurkan sebelah atas garis rentang dan jarak pada sebelah bawah bidang X-X diukurkan sebelah garis rentang. Kemudian, gambar bentangan permukaan samping dibuat lengkap dengan menyambungkan titik-titik ujung rusuk oleh garis lurus. Karena lipatan nyata akan dibuat pada tiap-tiap garis rusuk apabila prisma sudah terbentuk, menjadi kebiasaan untuk menebalkan garis rusuk (lipat) ini pada gambar bentangan.

Garis rentang sebenarnya sudah dapat ditarik dalam kedudukan tegak lurus pada rusuk dalam tampang muka, sehingga panjang tiap-tiap rusuk dapat diproyeksikan pada gambar bentangan (seperti halnya prisma lurus).

Gambar 4.8. Pembentangan prisma miring

4.6. Bentangan Silinder.

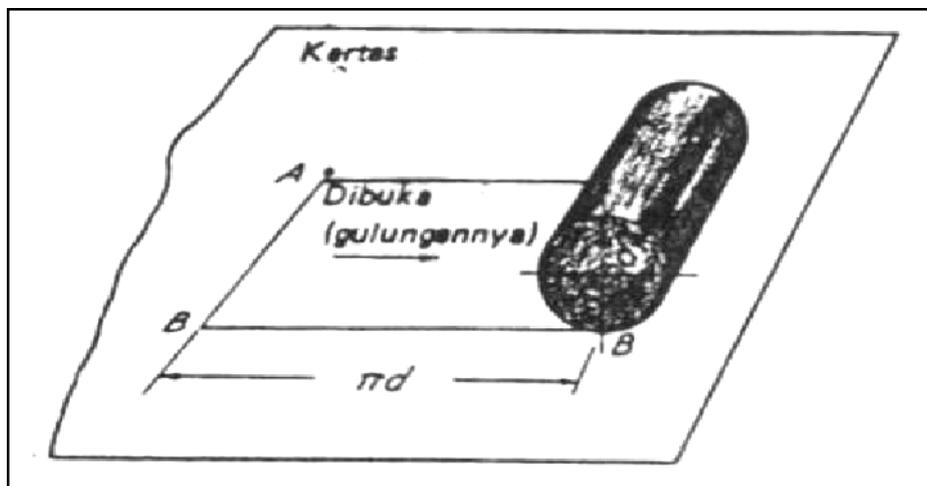
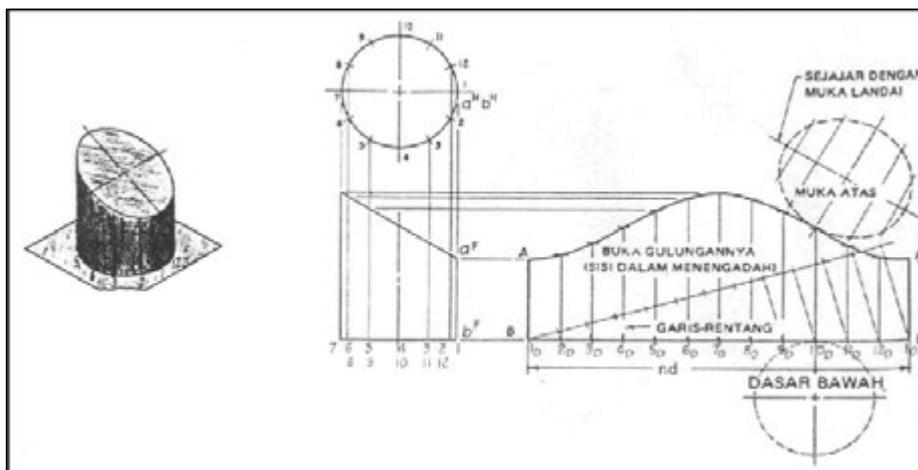
Membentangkan Silinder Lurus

Apabila permukaan samping silinder lurus dibuka gulugannya pada sebuah bidang, maka dasarnya membentang menjadi garis lurus. Panjang garis ini yang sama dengan keliling penampang lurus (,*r*X garis tengah), dapat dihitung dan diukurkan sebagai garis rentang 1D 1D .

Karena silinder itu dapat dianggap sebagai prisma bersegi banyak, pembentangannya dapat dapat dibuat dengan cara yang serupa dengan metode yang dilukiskan dalam gambar 2.26 elemen yang digambar pada permukaan silinder berfungsi sebagai rusuk prisma segi banyak. Biasanya dipakai dua belas atau 22 elemen ini, banyaknya tergantung dari ukuran silinder.

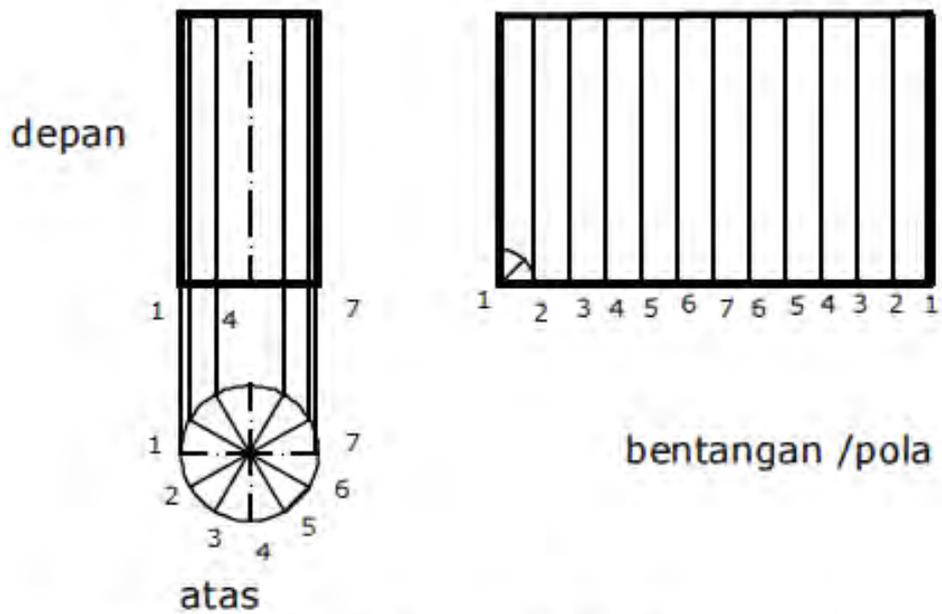
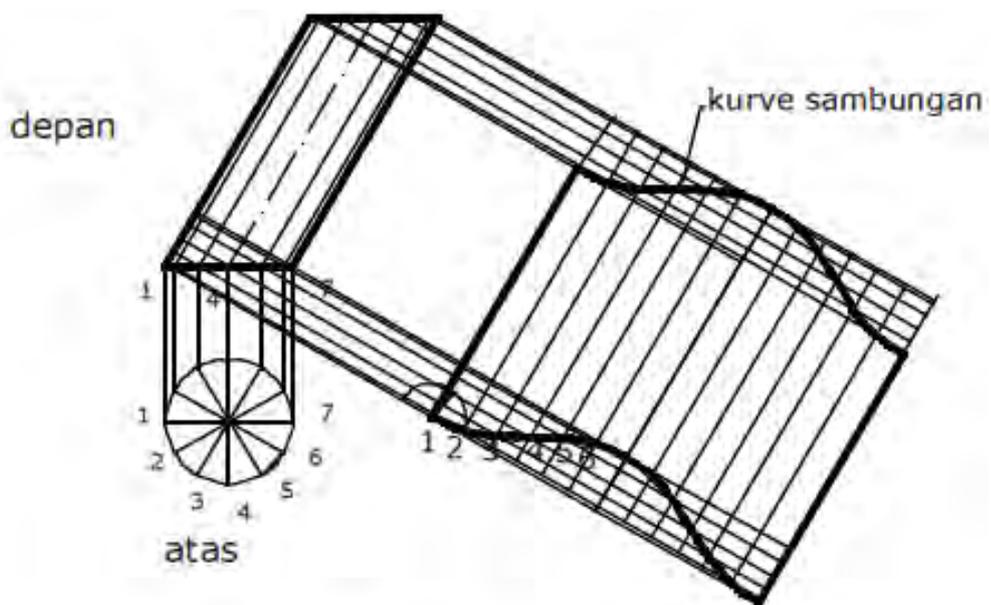
Biasanya elemen itu direnggangkan dengan membagi keliling dasar, seperti diperlihatkan oleh lingkaran dalam tampang atas, dalam bagian yang sama banyaknya. Garis rentang dibagi dalam bagaian yang sama banyaknya dan elemen tegak lurus ditarik melalui tiap-tiap titik bagi. Setelah itu panjang sejati tiap-tiap elemen diproyeksikan pada gambaran yang bersangkutan pada gambar bentangan, dan gambar bentangan gambar bentangan dilengkapkan dengan menyambungkan titik-titik dengan garis lengkung yang mulus. Ketika titik disambungkan dianjurkan untuk mensketsa tangan garis lengkung danngan tipis sebelum memakai alat mal gambar. Karena gambar permukaan yang sudah jadi merupakan garis lengkung yang menerus, elemen

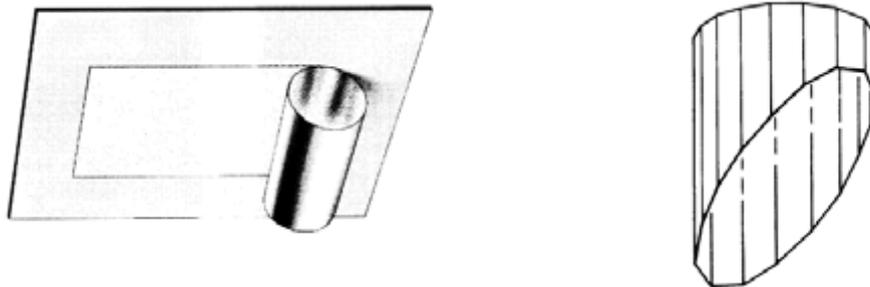
dalam gambar bentangan tidak ditebalkan. Kalau gambar bentangan itu simetrik, seperti halnya disini, hanya setengahnyalah yag perlu digambar.

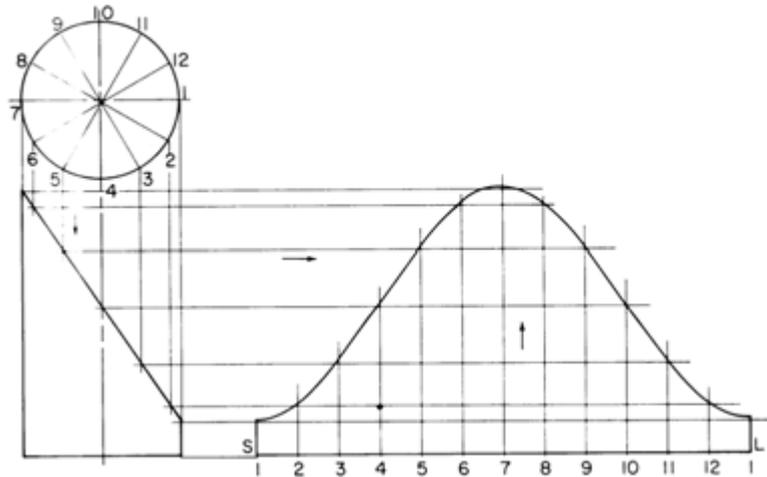
Sepotong dari tipe ini dapat merupakan sebagian siku yang dua potong, yang tiga potong atau yang empat potong. Potonngan itu biasanya dibentangkan seperti dilukiskan dalam gambar 2.28. Garis rentangan tiap-tiap potongan sama panjangnya dengan perimeter (keliling) penampang yang dihitung.

Gambar 4.9. Pembentangan silinder

Gambar 4.10. Pembentangan silinder lingkaran lurus dipotong miring

Berikut ini ditunjukkan benda berbentuk silinder tegak dan silinder oblik, disertai gambar bentangan, pola, atau patternnya.

Lihat Gambar 3. Silinder Tegak dan Gambar 2. Silinder Oblik.

Perhatikan beda bentuk dan penampang lintangnya.

Gambar 4.11. Silinder Tegak dan Bentangannya

Gambar 4.12. Silinder Oblik dan Bentangannya

Perlu diketahui bahwa bentangan silinder oblik lebih pendek dari bentangan silinder tegak. Pada gambar bentangannya, garis-garis sejajar, 1, 2, sampai 7 jaraknya tidak sama. Pembuatan bentangannya pada dasarnya cenderung sama dengan pada pembuatan bentangan prisma terdahulu. Pada silinder tidak ada sudut pada sekeliling permukaannya. Dengan membagi keliling menjadi 12 bagian atau lebih, maka memudahkan penentuan posisi titik-titik tersebut pada bidang datar , sehingga bentangannya tampak seperti pada Gambar 3 dan Gambar 2. Cara melukis panjang garis 1-2 dengan mengukur tali busur, dapat menyebabkan kesalahan. Tetapi kesalahannya hanya 1,12 %, sering dianggap tidak penting (Dickason, 1978 : 68). Kesalahan penggambaran ini lebih kecil dari kesalahan akibat pelukisan garis pada tepian gambar bentangan.

Gambar 4.13

Gambar 8 adalah gambar piktorial dari silinder terpancung miring. Gambar 9 memperlihatkan bagaimana membuat pola bentangan silinder. Untuk meggambar pola adalah sebagai berikut :

Gambar 4.14

- Gambar pandangan depan dan atas dengan ukuran sebenarnya. Bagi pandangan atas menjadi 12 bagian yang sama, dan beri nomor 1 - 12.
- Gambar garis bentangan SL . Panjang SL secara pendekatan adalah dengan mengukur atau memindahkan 12 bagian dari pandangan atas. Secara tepat adalah dengan membuat garis SL = π.D
- Bagilah garis SL menjadi 12 bagian yang sama dan beri nomor 1 – 12. Kemudian buatlah garis vertikal dari setiap titik.
- Proyeksikan titik-titik pandangan atas dengan garis vertikal kebawah ke pandangan depan dan tandai garis yang berpotongan dengan bidang miring pandangan depan.
- Dari titik bidang miring pandangan depan, proyeksikan dengan garis horizontal ke bidang bentangan sehingga berpotongan dengan garis-garis vertikal dari garis bentangan SL sesuai tinginya berdasarkan nomor titik yang sama.
- Hubungkan setiap titik dengan garis lengkung yang rapi dan ditebalkan.

4.7. Garis Perpotongan Antara Dua Benda.

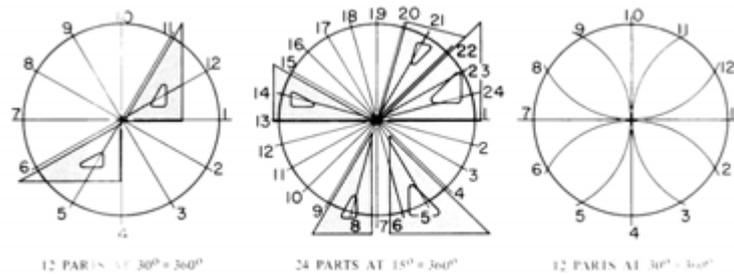
Suatu benda sering dikonstruksi dengan lebih dari satu bagian. Perpotongan antara bidang permukaan bagian-bagian benda, menjadi 12 hal yang penting dalam pembuatan gambar bentangan atau mal. Bagaimana melukis garis perpotongan, dipelajari pada saat belajar gambar proyeksi. Penggunaan gambar bentangan atau pembuatan mal, berkaitan dengan pembuatan konstruksi benda yang menggunakan plat, misalnya: corong, cerobong, saluran udara atau gas, saluran air, kotak-kotak, kabinet, dan sebagainya. Pengerjaan konstruksi tersebut melibatkan, penekukan, pelipatan, pengerolan, pelubangan, dan penyambungan. Proses pembentukan sering mengakibatkan ukuran benda menjadi bertambah. Penekukan atau pengerolan plat menyebabkan plat berubah bentuk dan berubah ukurannya. Perubahan yang berupa pertambahan panjang plat, perlu diperhitungkan dalam menentukan kebutuhan plat sebelum ditekuk atau dirol.

4.8. Panjang Sebenarnya Bentangan Silinder.

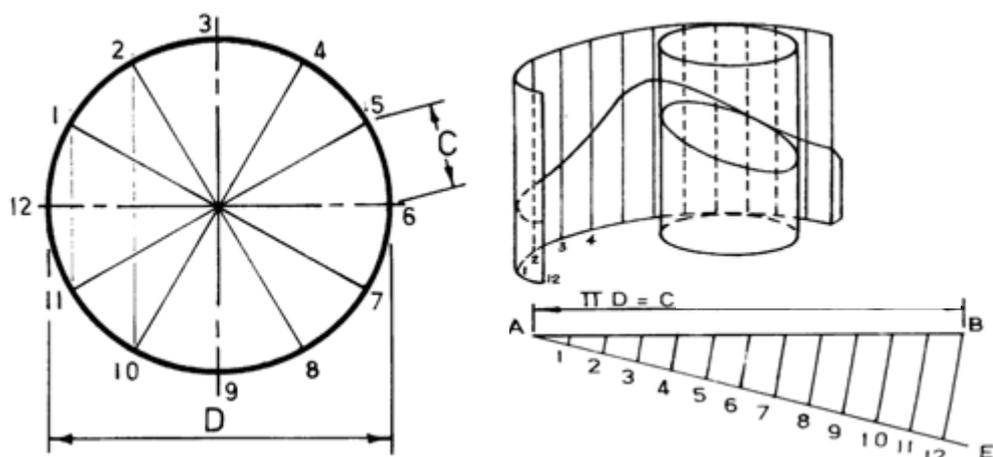
Silinder dapat dibayangkan sebagai sebuah prisma yang mempunyai banyak sisi. Masing-masing bentuk sisi yang disebut elemen. Permukaan bidang lengkung keliling silinder dibentuk oleh elemen yang sama, yang saling menutup dengan mulus. Panjang bentangan garis lengkung keliling silinder sama dengan total jarak antara semua elemen.

Menentukan panjang sebenarnya bentangan garis lengkung keliling silinder dapat dengan cara pendekatan yaitu :

Membagi penampang atau gambar pandangan atas menjadi beberapa bagian yang sama, misalnya 12 bagian dengan pembagian sudut 30^o (makin banyak pembagian makin tepat ukuran). Panjang tali busur C

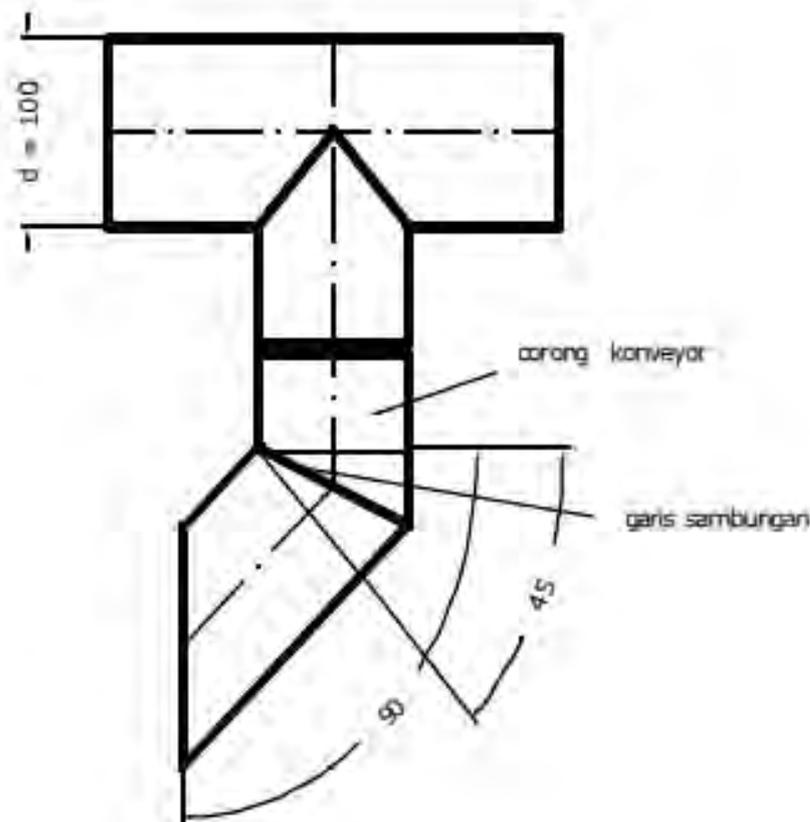
adalah 1/12 panjang bentangan keliling silinder atau panjang sebenarnya bentangan silinder adalah 12 kali C.

Gambar 4.15

Secara tepat adalah membuat garis bentangan keliling silinder sepanjang π x Diameter (π.D)

Untuk memudahkan membuat gambar bentangan dari silinder terpancung miring, maka bentangan keliling silinder perlu dibagi atas beberapa bagian yang sama (makin banyak pembagian makin tepat bentuk pola). Pada bagian berikut ini dijelaskan cara membagi garis.

Gambar 4.16

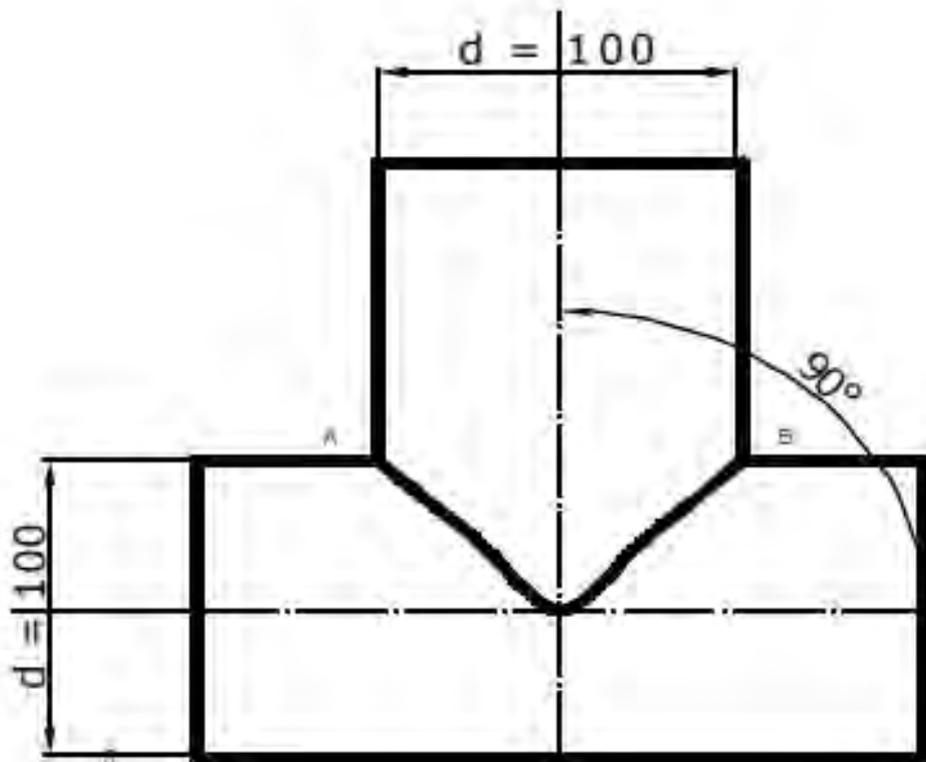
Bagilah garis bentangan A-B sepanjang π.D menjadi 12 bagian yang sama, dengan cara membuat garis bantu menyudut dengan garis bentangan. Bagilah garis bantu menjadi 12 bagian yang sama dengan jangka atau mistar ukuran dan tandai. Hubungkan titik ke 12 dengan titik B. Dari titik lainnya pada garis bantu, buatlah garis sejajar dengan garis 12-B. Perpotongan garis sejajar tersebut membagi garis bentangan atas dua belas bagian yang sama.

Tugas 4.1

1. Sebuah corong yang terpasang pada sebuah konveyor ulir, yang tampak seperti pada gambar, terbuat dari plat tebal 0,5 mm. Untuk membuat corong tersebut, perlu dibuat gambar bentangannya. Buatlah gambar bentangannya dan buatlah malnya yang terbuat dari seng tebal 0.3 mm. Corong dibuat dengan cara diroll, sambungan dilakukan dengan dilipat, kelonggaran - 0,5 mm dan + 0,5 mm.

2. Amatilah, corong yang akan dibuat, termasuk jenis silinder tegak atau oblik/miring.
3. Amatilah, perpotongan kedua pipa silnder mempunyai bentuk geometris apa.

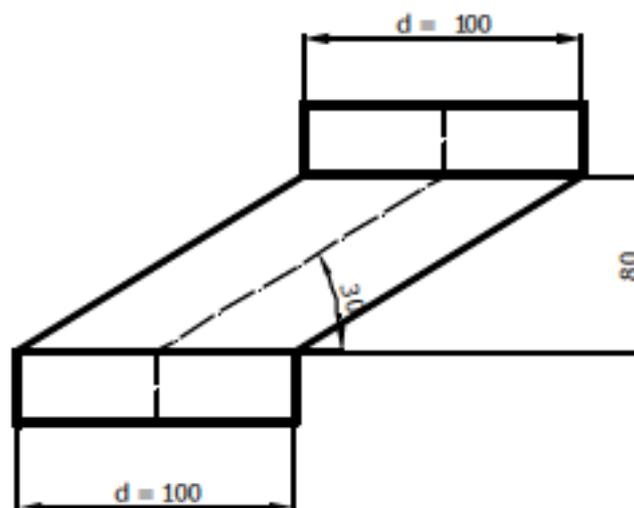
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar.
5. Belajarlah tentang bentuk geometris silinder, bila harus berpotongan dengan bentuk silinder yang lain, untuk ukuran yang berbeda.
6. Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.
7. Belajarlah tentang mesin rol, mesin lipat, dan cara membuat sambungan lipat.
8. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

Tugas 4.2

1. Dua buah pipa silindris akan disambung membentuk huruf T dengan cara di las. Untuk membuat sambungan, maka pada pipa yang satu harus dibuat lubang, sedangkan pipa yang lain, ujungnya disesuaikan dengan lubangnya. Ukuran pipa 100 mm, tebal 3 mm. Untuk membuat konstruksi sambungan pipa tersebut, perlu dibuat gambar bentangannya. Buatlah gambar bentangannya dan buatlah malnya yang terbuat dari seng tebal 0.3 mm. Kelonggaran - 1 mm.

2. Amatilah , penampang lintang kedua pipa mempunyai bentuk geometris apa.
3. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar.
4. Belajarlah tentang bentuk geometris silinder, bila harus berpotongan dengan bentuk silinder yang lain, untuk ukuran yang berbeda.

5. Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.
6. Belajarlah tentang sambungan logam dengan proses pengelasan SMAW.
7. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

Tugas 4.3

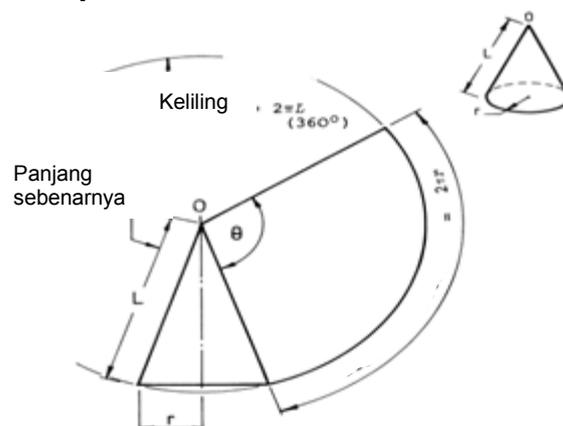
1. Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah pipa oblik, yang harus menghubungkan dua pipa bergaris tengah 100 mm, tebal 3 mm, mempunyai posisi tegak. Ukuran tinggi pipa oblik dan konstruksi sambungan ditunjukkan pada gambar. Sambungan pipa dilakukan dengan pengelasan dengan las listrik . Kelonggaran - 1 mm.

2. Amatilah , pipa yang akan dibuat, termasuk jenis pipa tegak atau oblik.
3. Amatilah , sambungan pipa atas dan pipa tengah (oblik), kedua sisi pipa itu mempunyai bentuk geometris apa.
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar.
5. Belajarlah tentang bentuk geometris silinder atau pipa oblik, bila harus berpotongan dengan pipa silinder tegak.
6. Belajarlah membagi busur elip secara perhitungan dan secara lukisan.
7. Belajarlah tentang sambungan las.
8. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

BENTANGAN METODA RADIAL

Bentangan metoda radial adalah memproyeksikan setiap titik bentuk geometri yang tidak sejajar dari satu titik secara melingkar. Bentuk geometri kerucut dan piramid, ujung-ujungnya tidak sejajar sehingga garis bentangannya tidak kontiniu pada garis lurus. Juga pengukuran garis tidak bisa ditarik garis sejajar pada setiap titik.. sehingga bentangan pola bentuk ini dapat digambar dengan bentangan metoda radial.

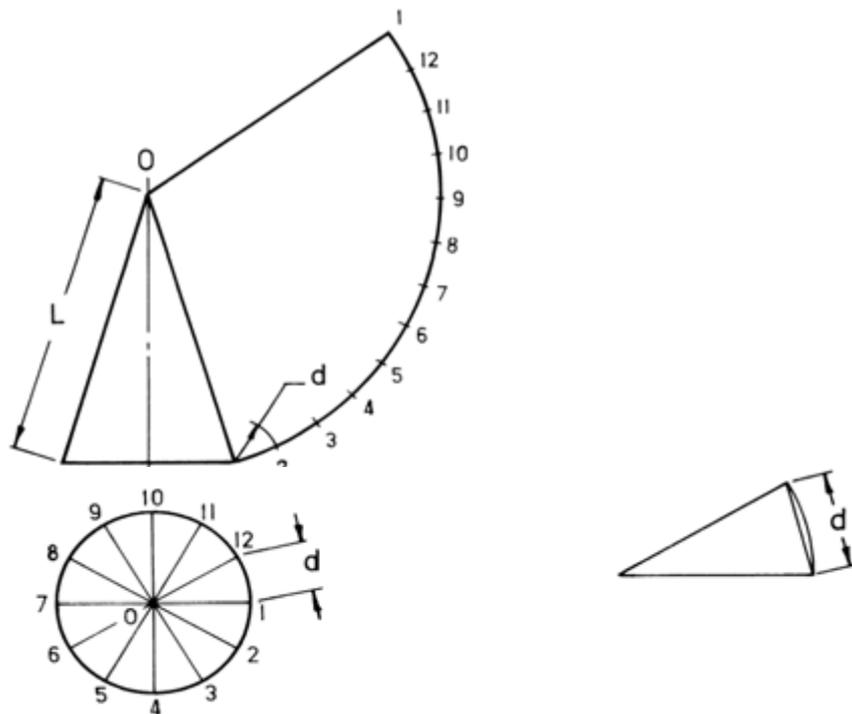
5.1. Panjang Sebenarnya Bentangan Kerucut

Permukaan lengkung dari kerucut terbentuk dari sejumlah segi tiga yang melingkar. Untuk membuat pola bentangan dari kerucut diperlukan ukuran panjang sebenarnya dari sisi miring dan bentangan keliling alasnya. Ada dua cara yang umumnya dipergunakan untuk menentukan panjang bentangan keliling kerucut sebenarnya yaitu :

1. **Secara tepat**

Gambar 5.1

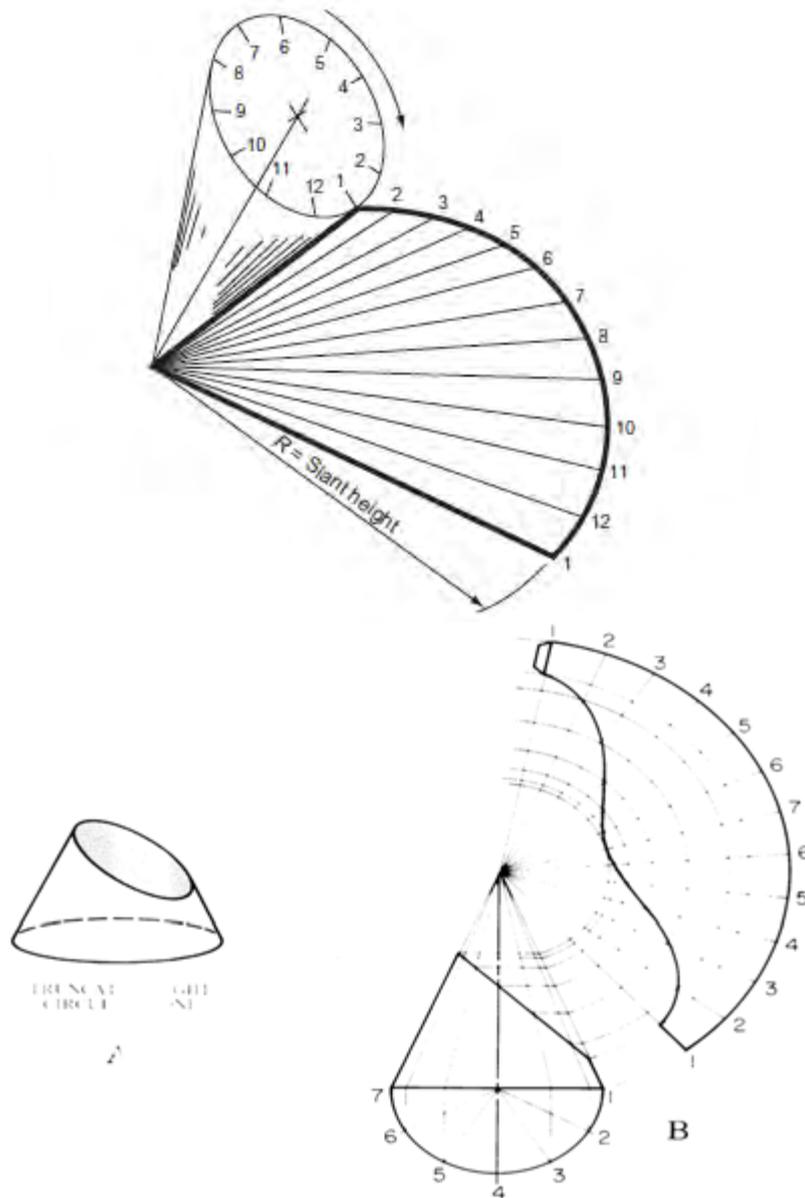
Panjang sebenarnya dari sisi miring kerucut adalah L. Gunakan O sebagai pusat , gambar busur dengan jari-jari L. Sebelum keliloing alas kerucut digambar di sepanjang busur, sudut θ harus dihitung sebagai berikut :

$\theta/2\pi r = 360^0/2\pi L$ jadi $\theta = 2\pi r/2\pi L \times 360^0$

2. **Secara pendekatan**

Gambar 5.2

Penampang alas atau pandangan atas dibagi sama besar, untuk mudahnya dibagi 12 bagian dengan sudut pembagian 30^0. Tentukan ***d*** yang panjangnya mendekati 1/12 bagian dari panjang bentangan keliling alas kerucut sebenarnya. Untuk menentukan panjang bentangan keliling alas kerucut seluruhnya adalah dengan membentang busur dengan titik pusat O dan jari-jari L . Pindahkan 12 x ukuran ***d*** dengan jangka pada bentangan busur tersebut.

5.2. Bentangan Kerucut

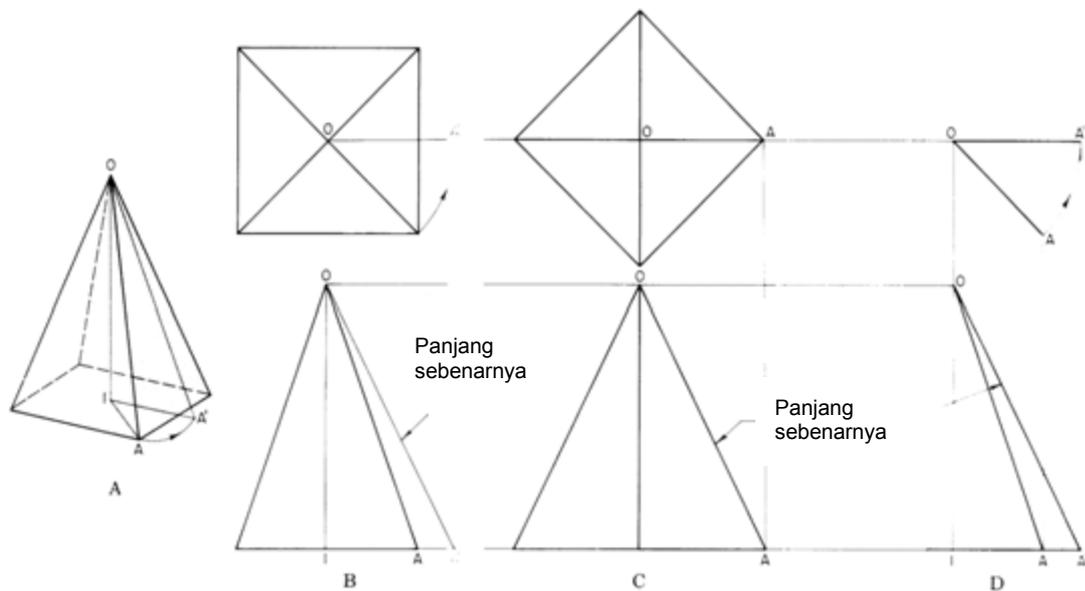
Bentangan kerucut atau kerucut yang terpancung miring dapat digambar dengan metoda radial.

Gambar 5.3

Proses pembuatan gambar bentangan adalah sebagai berikut :

- Gambar pandangan depan, dan atas atau bawah. Pandangan atas atau bawah juga cukup digambarkan setengahnya.

- Pandangan bawah kemudian dibagi atas bagian yang sama (disini dibagi 12 bagian), dan ditandai dengan nomor 1 – 7 atau 1 – 12 untuk lingkaran penuh.
- Proyeksikan titik-titik pada pandangan bawah dengan garis vertikal pada garis alas pandangan depan, kemudian dari titik tersebut hubungkan dengan titik 0 (titik puncak kerucut).
- Gambar garis bentangan dengan jari-jari 0-1 atau 0-7. Tentukan ukuran sebenarnya sesuai aturan dan ditandai dengan nomor 1 – 7 –1 atau 1- 12.
- Hubungkan semua semua titik pada garis bentangan ke titik 0 (puncak kerucut).
- Proyeksikan semua titik perpotongan pada bidang miring pandangan depan ke bidang bentangan dengan garis melingkar sehingga berpotongan dengan garis-garis dari garis bentangan. Tandai titik perpotongan sesuai dengan pertemuan nomor yang sama.
- Hubungkan semua titik dengan garis lengkung yang rapi, dan ditebalkan.

5.3. Panjang Sebenarnya Sisi Miring Piramid

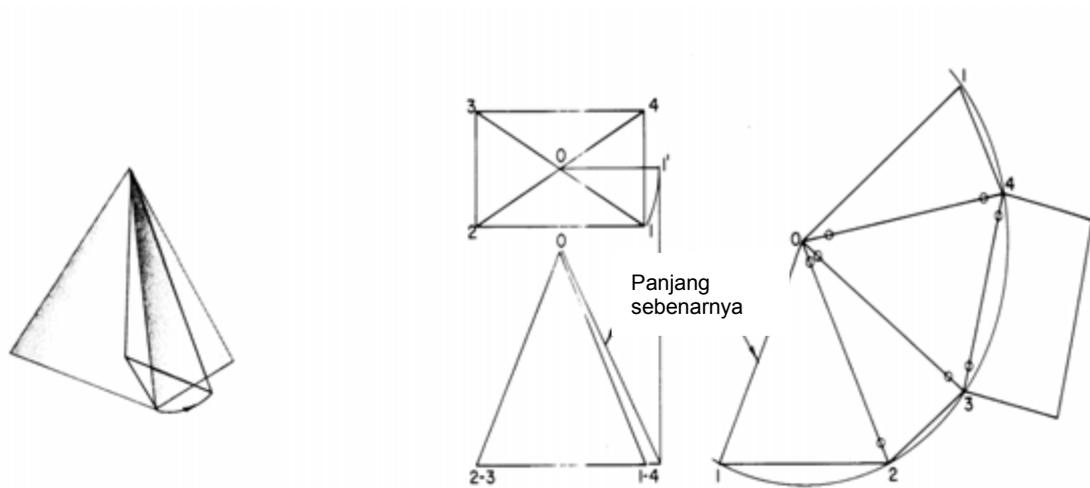
Untuk membuat bentangan sebuah piramid harus ditentukan dulu panjang sebenarnya dari sisi miring sebuah piramid. Pada gambar 12, diperlihatkan sebuah piramid A dengan pandangan depan dan pandangan atas .

Gambar 5.4

Posisi piramid seperti gambar B, maka sisi miring OA bukanlah panjang sebenarnya. Pada gambar C piramid diputar, sehingga sumbu vertikal hingga OA sejajar dengan garis vertikal maka sisi miring OA adalah panjang sebenarnya.

Untuk mendapatkan panjang sebenarnya sisi miring OA dengan posisi piramid seperti gambar B adalah dengan cara seperti gambar D, yaitu :

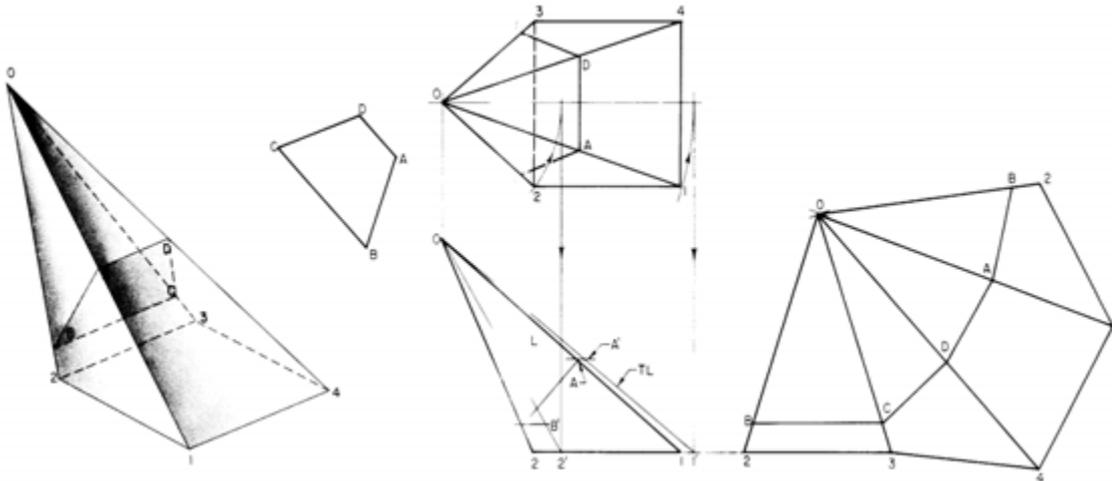
- Gambar pandangan atas OA
- Lingkarkan atau putar garis tersebut hingga membuat garis horizontal OA’
- Proyeksikan A’ kebawah hingga berpotongan dengan garis alas yang di proyeksi dari pandangan depan .
- Tarik garis dari A’ pada alas ke titik puncak O. Garis OA’ pada pandangan depan adalah panjang sebenarnya dari sisi miring piramid.

5.4. Bentangan Piramid

Piramid empat persegi panjang seperti gambar 13 dapat dibuatkan pola bentangan dengan metoda radial.

Gambar 5.5

- Gambarkan pandangan depan dan atas serta tandai dengan nomor 0 - 2 .
- Tentukan panjang sebenarnya dari sisi miring 0-1’, dengan memutar garis 0-1 pada pandangan atas dan memproyeksikan ke garis alas pandangan depan.
- Gambar garis bentangan melingkar dengan pusat 0 dan jari-jari 0-1’.
- Pindahkan sisi piramid 1-2, 2-3, 3-2, dan 2-1 dari pandangan atas ke garis bentangan.
- Hubungkan semua titik pada garis bentangan ke titik pusat 0.
- Tebalkan semua garis dan alas piramid dapat ditambahkan pada salah satu bidang bentangan.

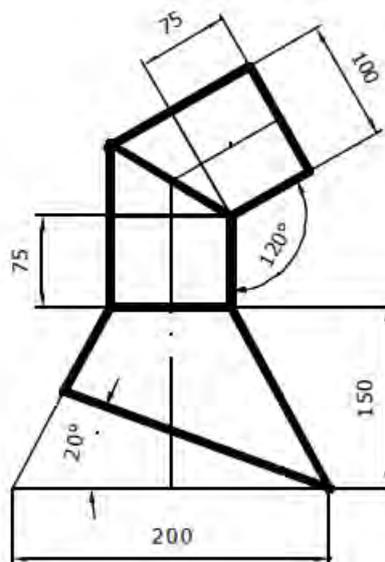
5.5. Bentangan Piramid Miring Terpancung.

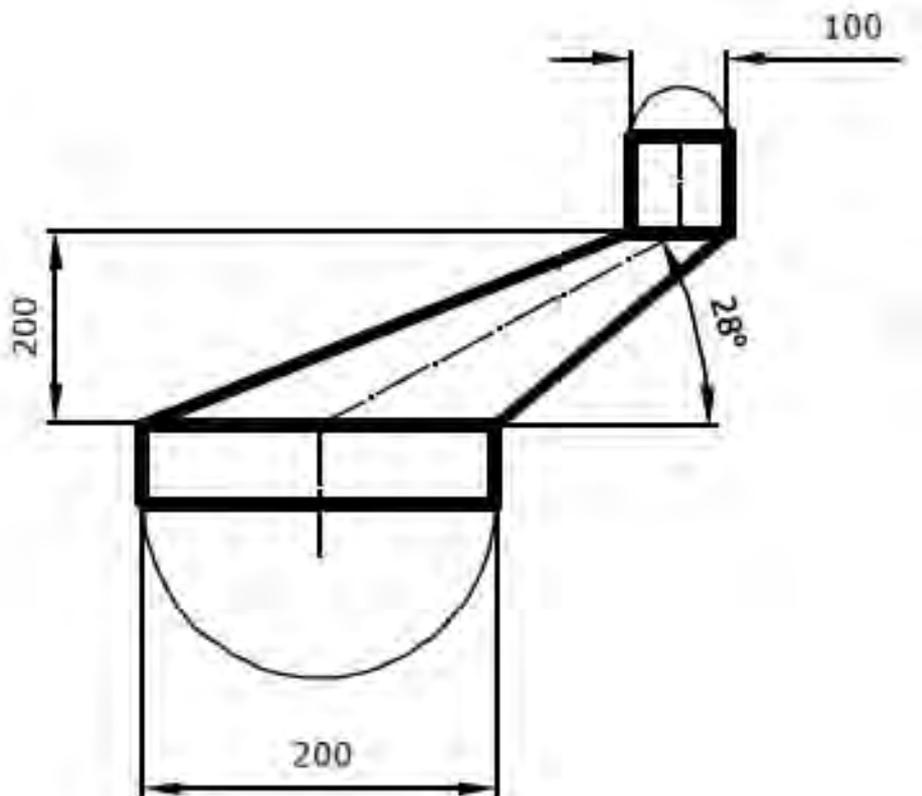
Gambar 15 adalah gambar sebuah piramid miring terpancung. Permukaan potong piramid adalah ABCD dengan 0 sebagai titik pusat bayangan.

Gambar 5.6

Untuk membuat pola bentangannya adalah sebagai berikut :

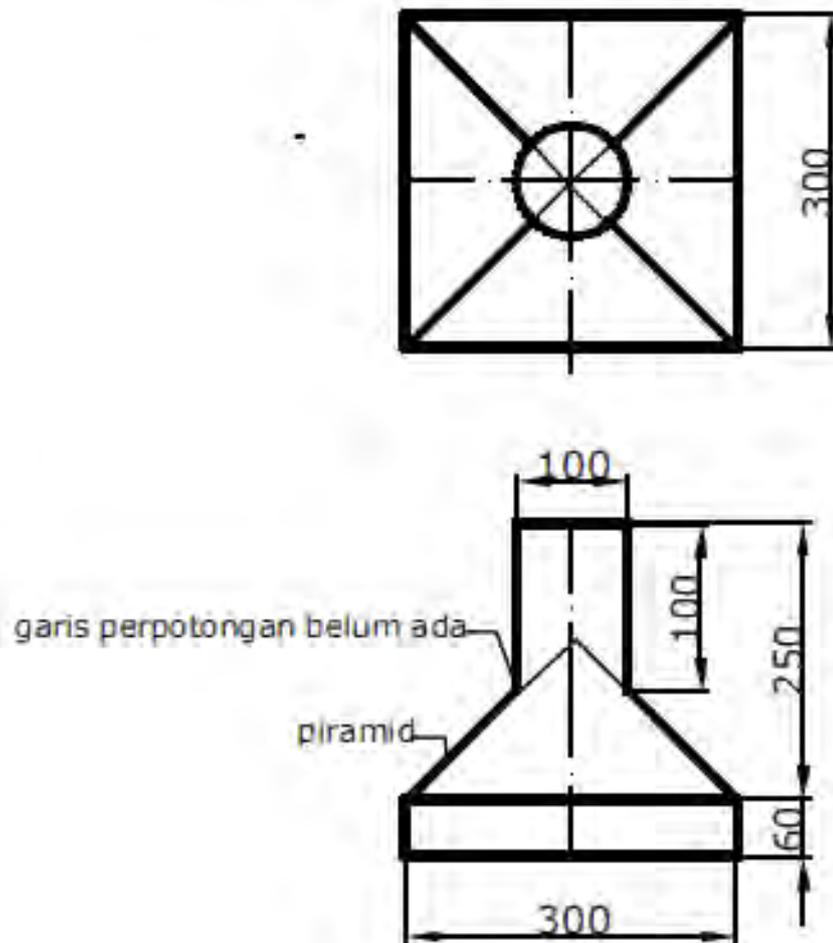
- Gambar pandangan depan, atas dan pandangan pembantu untuk mendapatkan ukuran sebenarnya.
- Tentukan panjang sebenarnya sisi miring 0A, 0B, 0C, dan 0D, yaitu garis 0A' dan 0B'. Pada piramid ini panjang 0A' = 0D', dan 0B' = 0C'.
- Buat garis bentangan mulai dari 2-3 dan hubungkan dengan titik 0 sejarak 02' (0-2' = 0-3'), sekalian tandai sejarak 0B' dan 0C'.
- Dari titik 0-3' buat segi tiga 0-3'-2', sekalian tandai sejarak 0D'.
- Teruskan dengan segi tiga 0-2'-1' dan 0-1'-2'. Tandai sekalian sejarak 0A' dan 0B'.
- Hubungkan semua titik yang diperlukan dan tebalkan.

Tugas 5.1

1. Akan dibuat suatu cerobong seperti pada gambar berikut ini. Cerobong dibuat dari plat mild steel dengan tebal 1,2 mm, dengan proses pengerolan dan pengelasan oksi-asitiline. Cerobong terdiri dari pipa silndris dan kerucut. Kelonggaran sebesar - 0,5 mm. Buatlah gambar bentangannya, mal akan dibuat dari plat seng yang tipis.
2. Amatilah, corong yang akan dibuat, termasuk jenis silinder tegak atau oblik.
3. Amatilah, perpotongan kedua pipa silnder mempunyai bentuk geometris apa.
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar.
5. Belajarlah tentang bentuk geometris silinder, bila harus berpotongan dengan bentuk kerucut.
6. Belajarlah membagi busur lingkaran secara perhitungan dan secara lukisan.
7. Jangan ragu-ragu bertanya kepada Guru.

Tugas 5.2

1. Buatlah gambar bentangan dan mal dari konstruksi yang berbentuk kerucut oblik seperti pada gambar. Kerucut menyalurkan gas dari saluran bawah, lewat corong, menuju saluran atas. Sambungan antara saluran digunakan sistem lipatan. Saluran terbuat dari plat mild steel tebal 1,2 mm. Kelonggaran 1 mm.

2. Amatilah, penampang lintang kedua saluran gas yang akan disambung mempunyai bentuk geometris apa.
3. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar.
4. Belajarlah tentang bentuk geometris kerucut oblik dan pipa silinder, kapan keduanya dapat disambung.
5. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

Tugas 5.3

1. Buatlah gambar bentangan dan mal sebuah piramid dari konstruksi cerobong, seperti pada gambar. Bahan konstruksi tersebut dari plat mild steel tebal 0,7 mm. Dikonstruksi dengan sambungan lipatan. Kelonggaran - 0,5 mm.

2. Amatilah, bahwa corong yang akan dibuat termasuk jenis piramid tegak, beri penjelasannya.
3. Pelajarilah bahwa garis perpotongan antara bidang permukaan saluran atas dengan bidang permukaan piramid masing-masing sisi tidak membentuk garis lurus.
4. Tunjukkan bukti bahwa siswa telah melakukan kegiatan belajar

5. Belajarlah tentang bagaimana melukis garis perpotongan antara piramid dengan bentuk silinder tegak.
6. Tidak ragu-ragu untuk konsultasi dengan guru.

DAFTAR PUSTAKA

Corkson, William, 1975. *Sheet Metal Work*. London: Oxford Technical Press.

Colin H. Simmons, Dennies E Maguire, Neil Phelps, 2004. *Manual of Enfineering Drawing,* Elsevier Ltd.

K. Morling,2010. *Geometric and Engineering Drawing,* Elsevier Ltd

Rizal Sani, 2001. Gambar Bentangan, Indonesia Australia Partnership for Skills Development, Batam Institutional Development Project.

Dickason, A. 1978. *Sheet Metal Drawing and Pattern Development.* London: Pitman Publishing Limited.

Dickason, A. 1980. *The Geometry of Sheet Metal Work*. London: Pitman Publishing Limited.

Hantoro, Sirod dan Parjono. 2005. *Menggambar Mesin*. Jakarta: Adicita. Harsono,W & Toshie Okumura. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramitha

Juhana, Ohan dan M. Suratman. 2000. *Menggambar Teknik Mesin.* Bandung: Pustaka Grafika.

LA Heij,L dan L.A.De BruiJn. 1995. *Ilmu Menggambar Bangunan Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Pusat Pembina dan Pengembangan Bahasa, 1990. *Kamus Besar Bahasa Indonesia.* Jakarta: Balai Pustaka

Saito, G. Takeshi dan N. Sugiarto H. 1999. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO.* Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Ambiyar, Anni Faridah dkk, 2008. *Teknik Pembentukan Pelat Jilid 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional*

Tim Universitas Negeri Yogyakarta, 2004. *Gambar Bukaan/Bentangan Geometri, Geometri Lanjut Benda Kerucut/Konis.* Direktorat Pendidikan Menengan Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

DAFTAR ISI

Diunduh dari BSE.Mahoni.com